Aus der Staatlichen Kurklinik Fürstenhof, Bad Wildungen
(Chefarzt: Dr. med. H. Zipp)
und dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
(Direktor: Professor Dr. med. G. Hildebrandt)

ERFAHRUNGEN MIT DEM PSYCHOVEGETATIVEN BELASTUNGSTEST AM WIENER DETERMINATIONSGERÄT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

FARIDEH SADEGHI-NAINI
aus Teheran

Marburg/Lahn 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Staatlichen Kurklinik Fürstenhof, Bad Wildungen
(Chefarzt: Dr. med. H. Zipp)
und dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
(Direktor: Professor Dr. med. G. Hildebrandt)

ERFAHRUNGEN MIT DEM PSYCHOVEGETATIVEN BELASTUNGSTEST AM WIENER DETERMINATIONSGERÄT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

FARIDEH SADEGHI-NAINI
aus Teheran

Marburg/Lahn 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der
Universität Marburg/Lahn am 5.5.1978

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof.Dr. med. F. Neurath
Referent: Prof. Dr. med. G. Hildebrandt
Correferent: Prof. Dr. med.Engel

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	2
II. Methodik	4
1.Allgemeine Übersicht	4
2.Versuchspersonen	4
3.Spezielle Untersuchungsmethoden	5
4.Versuchsanordnung und Untersuchungsablauf	6
5.Auswertung	9
6.Statistische Methodik	1o
III. Ergebnisse	11
1. Pulsfrequenzanstieg	11
2. Systolischer Blutdruckanstieg	19
3. Herzleistungs-Index	22
4. EKG-Veränderungen	25
5. Einflüsse des Puls-Atem-Quotienten	28
IV. Diskussion	34
1. Methodische Diskussion	34
2. Zu den Ergebnissen	36
a) Pulsfrequenz	36
b) Systolischer Blutdruck	39
c) Herzleistung	4o
d) EKG-Veränderungen	4o
e) Schlußfolgerungen	41
V. Zusammenfassung	43
VI. Literaturverzeichnis	
Lebenslauf	

I. Einleitung

Die Forderung nach psychovegetativen Belastungstests zur Beurteilung der individuellen Stress-Toleranz wird in letzter Zeit immer häufiger erhoben. Dies gilt insbesondere für den Bereich der rehabilitativen Kardiologie, wo ergometrische Belastungsproben zur Erfassung der körperlichen Belastbarkeit schon lange als Routinemethoden eingeführt sind. Für die weitaus meisten Herz- und Koronarkranken, die zur Rehabilitation kommen, liegt die berufliche Alltagsbelastung aber mehr auf psychischem als auf physischem Gebiet (vgl.STEIN u. JUNGMANN, 1976; SCHETTLER 1962/1976;u.a.)Eine standardisierte und reproduzierbare psychische Belastungsprobe ist daher dringend erforderlich.

Zu diesem Zweck ist in den letzten Jahren von mehreren Arbeitskreisen das Wiener Determinationsgerät eingesetzt worden. Als erste testeten TÄNZER (1974) und WEYHMANN (1977) verschieden schwere Programmabläufe am Wiener Determinationsgerät hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Koronarkranke und vegetativ Labile und fanden, daß die registrierten Herz- und Kreislaufveränderungen mit der Schwere des Programms korrelierten (vgl. auch TÄNZER u. Mitarbeiter 1974; WEYHMANN u. Mitarbeiter 1974).

Auch der Arbeitskreis des Heidelberger Herzinfarktforschungsinstituts benutzt zusätzlich zum körperlichen Belastungstest mittels Ergometrie das Wiener Determinationsgerät zur Erzeugung einer standardisierten psychischen Belastungssituation.Dabei kam es den Untersuchern zunächst vorwiegend auf die Provokation von Extrasystolen an, nachdem die Bedeutung von ventrikulären Extrasystolen als Determinante für ein akutes kardiales Geschehen erkannt ist und Herzinfarktpatienten mit ventrikulären Extrasystolen eine signifikant höhere Mortalitätsrate und Reinfarktquote aufweisen als diejenigen Infarktrekonvalenszenten, bei denen sich auch mit Provokationsmethoden keine ventrikulären Extrasystolen nachweisen lassen (WHO-Herzinfarktprogramm, Med.Univ.Klinik Heidelberg; RODSTEIN u.Mitarb., 1971;VEDIN u.Mitarb.,1972;KOTLER u.Mitarb., 1973). Auch SCHMIDT (1975) teilte erste Ergebnisse von Belastungsproben am Wiener Determinationsgerät mit und fand bei ausgewählten Fällen in der Nachinfarktphase erhebliche Anstiege der Blutdruckwerte bei unverhältnismäßig geringem Anstieg der Herzfrequenz sowie gehäufte Extrasystolien unter der psychovegetativen Belastung.

Ausgehend von der Annahme, daß die subjektive Empfänglichkeit für psycho-

vegetative Belastungen von der vegetativen Grundstimmung des Betroffenen abhängt, verglich BLUTTNER (1975) die Herz- und Kreislaufveränderungen unter der Belastung am Wiener Determinationsgerät in einzelnen Patientengruppen, die sich nach Maßgabe des Puls-Atem-Quotienten in ihrer vegetativen Reaktionslage unterschieden, und konnte auch für Koronarkranke entsprechende Einflüsse nachweisen.

Alle bisher mitgeteilten Erfahrungen mit dem Wiener Determinationsgerät stützen sich nur auf verhältnismäßig kleine Probandengruppen, die zudem unter bestimmten Gesichtspunkten zusammengestellt wurden. Aufgabe dieser Arbeit soll es daher sein, die im Routinebetrieb einer kardiologischen Kurklinik mit diesem psychovegetativen Belastungstest gewonnenen Erfahrungen zusammenzustellen und mit den Ergebnissen der gleichzeitig durchgeführten ergometrischen Belastungsproben zu vergleichen.

II. Methodik

1. Allgemeine Übersicht

Insgesamt 5oo Patienten einer Kurklinik, die sich in erster Linie mit der Rehabilitation von Herzinfarktrekonvaleszenten befaßt, wurden sowohl einer fahrradergometrischen Belastung im Sitzen als auch einer psychovegetativen Belastung mit Hilfe des Wiener Determinationsgerätes unterzogen. Beide Belastungsproben wurden in der Regel am selben Tage mit einer Zwischenpause von mindestens 15 Min. durchgeführt. Gemessen wurden Pulsfrequenz (aus dem EKG), Atemfrequenz, Blutdruck und die elektrokardiographischen Veränderungen in den Brustwandableitungen V2, V4 und V5. Außerdem wurde der Puls-Atem-Quotient in Ruhe bestimmt.

2. Versuchspersonen

Der untersuchte Personenkreis gehörte zur Gruppe der Angestellten und war daher beruflich weniger körperlich als geistig gefordert. Verstärkte geistig-seelische Belastungen wurden von nahezu allen Patienten als Ursache für die zur Kur führenden Beschwerden angesehen. Von den Patienten, die einen Herzinfarkt überstanden hatten, sahen etwa 9o% Stress als den wichtigsten ursächlichen Faktor an.

Von den insgesamt 5oo Personen litten 328 an einer Koronarerkrankung, während die übrigen 172 nicht manifest koronarkrank waren. Zur Gruppe der Koronarkranken zählten alle Patienten, die einen Herzinfarkt durchgemacht hatten und/oder bei der Ergometrie eine Ischämiereaktion im EKG aufwiesen, auch wenn sie z.Zt. der Kur keine subjektiven Beschwerden mehr hatten, sowie schließlich auch solche, die ein typisches anginöses Syndrom nach Art der Bewegungsangina hatten, auch wenn die Ruhe- und Belastungskardiographie keinen für Koronarinsuffizienz beweisenden Befund ergab. Die zweite Gruppe der Nichtkoronarkranken bildeten Patienten mit labilem Hochdruck und psychovegetativen Syndromen, die uncharakteristische dyskardische Beschwerden äußerten und bei der Fahrradergometrie keine hypoxämischen EKG-Veränderungen oder höchstens verdächtige ST-Verlagerungen zeigten.

Bei digitalisierten Patienten wurden mindestens eine Woche vor Durchführung der Untersuchungen keine Digitalispräparate mehr verabreicht.

Am Tage der Untersuchung wurden auch Nitropräparate und Betablocker fortgelassen. Am Vortag der Belastungsproben wurde mit jedem Patienten der Ablauf der Untersuchung besprochen und dadurch eine positive Motivierung zu erzielen versucht. Rentenbewerber und solche Patienten, die sich ablehnend gegenüber einer Leistungsprüfung verhielten, schieden aus, so daß eine positive Zuwendung zum Untersucher, eine gute Mitarbeit und hinreichender Leistungswille vorausgesetzt werden konnten. Auffälligerweise wurden gegenüber der Ergometrie nur selten Vorbehalte geäußert, wohingegen solche gegenüber dem Wiener Determinationsgerät häufiger waren. Oft mußten die Patienten erst dahingehend beruhigt werden, daß das Ergebnis des psychovegetativen Belastungstests weder der Firma noch der Versicherung mitgeteilt würde.

3. Spezielle Untersuchungsmethoden

Das zur psychovegetativen Belastung benutzte Wiener Determinationsgerät (Hersteller: Fa.Dr. G. SCHUHFRIED, Mödling bei Wien) fand bisher fast ausschließlich in der experimentellen und angewandten Psychologie Verwendung, z.B. in der medizinischen Psychologie, der Verkehrspsychologie und in der Psychopharmakologie (KLEBELSBERG 196o, 1961, 1962). Das Prinzip dieses Gerätes besteht darin, durch zeitgebundene Darbietung verschiedener optischer und akustischer Signale, die innerhalb bestimmter Intervalle unterschiedlich beantwortet werden müssen, die Situation eines Zeit- und Entscheidungsdruckes zu simulieren.

Optische Signale in den Farben weiß, rot, gelb, grün und blau müssen durch Niederdrücken der entsprechenden Farbtaste beantwortet werden, zwei weitere gesondert angeordnete weiße Lichtsignale durch Druck auf die rechte oder linke Fußtaste. Auf zwei Tonsignale schließlich, die durch Lautsprecher gegeben werden und in ihrer Tonhöhe auch von Unmusikalischen unterschieden werden können, muß der Proband durch Niederdrücken besonderer Ton-Antworttasten reagieren. Ein weiteres Lämpchen zwischen den Antworttasten leuchtet bei jeder falschen Reaktion auf.

Vier verschiedene Zählwerke zählen die dargebotenen Signale, die richtigen und zeitgerechten Reaktionen, die verspäteten sowie die falschen Antworten.Die Resultate werden von einem Digitaldrucker fortlaufend oder nach einer vorwählbaren Signalzahl ausgedruckt. Die Signalfolgegeschwindigkeit kann in 15 Stufen mit einem Fehler unter 2,5% variiert werden,

wobei die kürzeste Signaldauer o,5 sec, die längste 3,o sec beträgt.

Die ergometrischen Belastungsuntersuchungen wurden auf einem wirbelstromgebremsten drehzahlunabhängigen Fahrradergometer (Herst.: Fa. LODE, Groningen/Holland) im Sitzen durchgeführt. Dabei mußte eine Pedalumdrehungszahl von 5o/min eingehalten werden. Die Belastung wurde stufenweise alle 2 min um jeweils 25 Watt gesteigert, wobei nach Möglichkeit mindestens 125 Watt erreicht werden sollten.

Zur Messung und Registrierung der kontrollierten vegetativen Parameter wurden sowohl bei der ergometrischen als auch bei der psychovegetativen Belastung folgende Anordnungen benutzt:

Das Elektrokardiogramm wurde mit einem 3-Kanal-EKG-Gerät (Herst.: Fa. SCHWARZER, München-Pasing) unter Verwendung von Plastik-Silberplattenelektroden, die mit einem gelochten Gummigurt entsprechend den Brustwandableitungen V2, V4 und V5 angelegt waren, registriert. Die Sammelelektroden (Null-Elektrode nach WILSON) befanden sich auf dem Rücken. Das EKG wurde zugleich fortlaufend optisch kontrolliert (SERVOCARD; Herst.: Fa. HELLIGE, Freiburg/Breisgau).

Die Pulsfrequenz wurde durch Ausmessung der R-Zackenabstände im EKG über mindestens fünf Herzrevolutionen ermittelt. Sie wurde während der Belastungsuntersuchungen zugleich akustisch kontrolliert.

Die Atemfrequenz wurde durch Zählung und 1/2-minütigen Ausdruck der Zahl der Atemzüge bestimmt, die durch einen Thermistor-Nasenfühler (PÖLLMANN u. HILDEBRANDT 197o) nach Maßgabe des Temperaturumschlages im Naseneingang abgeleitet wurden.

Die Blutdruckmessung erfolgte nach RIVA-ROCCI-KOROTKOFF mit einem Quecksilbermanometer am linken Oberarm.

4. Versuchsanordnung und Untersuchungsablauf

Die beiden Belastungsproben wurden in der Regel am selben Tage in stets gleicher Reihenfolge durchgeführt, wobei eine Pause von mindestens 15 min eingehalten wurde. Fanden ergometrische und psychovegetative Be-

lastung an verschiedenen Tagen statt, so wurde möglichst die gleiche Tageszeit eingehalten. Die Untersuchungen fanden in einem ruhigen, behaglich temperierten Raum unter Kontrolle des untersuchenden Arztes und einer Arzthelferin statt.

Zunächst wurde dem Probanden der handbreite gelochte Gummigurt,an dem insgesamt 7 Elektroden befestigt waren, um den Thorax gelegt. Auf dem Rücken lagen die Sammelelektroden (Null-Elektrode nach WILSON), auf der linken vorderen Brustwand die Elektroden für die Brustwandableitungen V2, V4 und V5. Dann wurde am linken Oberarm die Blutdruckmanschette befestigt und der Thermistor-Fühler in die Nase eingeführt und am Nasenrücken fixiert.

Zur psychovegetativen Belastung saß der Patient in entspannter Haltung vor dem Wiener Determinationsgerät. Der verstellbare Patientensitz wurde so lange variiert, bis die Fuß- und Handschalter bequem zu erreichen waren. Der Patient war angewiesen, zum Drücken der Signalantworttasten nur den rechten Arm zu benutzen, damit der linke Arm für die Blutdruckmessung zur Verfügung stand.

Die kontrollierten Meßgrößen (EKG, Pulsfrequenz, Atemfrequenz und Blutdruck) wurden zunächst nach einer 2-minütigen Vorphase registriert. Erst danach wurde dem Patienten das Gerät in seiner Funktionsweise demonstriert und erklärt. Zur Einübung wurden etwa 1o Signale aus jedem Programm in langsamer Reihenfolge gegeben und beantwortet. Erst wenn der Patient die Aufgabe verstanden hatte, wurde die Untersuchung begonnen.

Für die psychovegetative Belastung wählten wir nicht das apparateigene Programm des Wiener Determinationsgerätes, sondern schlossen uns früheren Untersuchungen von TÄNZER (1974) und WEYHMANN (1977) an, die über ein Zusatzgerät externe Signalkombinationen in freier Zusammenstellung eingegeben hatten. Programm I setzte sich aus zwei optischen und zwei akustischen Reizqualitäten zusammen (rot und grün in verschiedenen Positionen, hoher und tiefer Ton).Jede Reizqualität mußte durch Niederdrücken einer entsprechenden Antworttaste beantwortet werden. Das Programm bestand aus einem Zyklus von 29 Impulsen, der sich ständig bis zur Gesamtzahl von 4oo Signalen wiederholte. Für das Programm II, das gleichfalls insgesamt 4oo Signale umfaßte, kam zusätzlich zur Grundeinheit des

I. Programms ein zweiter Zyklus mit 29 optischen Signalen der Qualitäten gelb, weiß und zwei weiteren weißen Signalen auf schwarzem Grund zur Beantwortung mit dem rechten bzw. linken Fuß hinzu. Nachdem Untersuchungen von BLUTTNER (1975) ergeben hatten, daß sich die während des ersten Programmdurchlaufs erzielten Herz- und Kreislaufveränderungen während des zweiten schwierigeren Programms nicht steigerten, haben wir für unsere Untersuchungen den zweiten Programmdurchlauf fortgelassen. Dadurch konnte die Untersuchungszeit verkürzt werden. Da zwischen den einzelnen Signalen ein Zeitintervall von o,9 sec gewählt wurde, betrug die gesamte Belastungszeit beim Durchlauf von 4oo Signalen 6 min. Die gesamte Untersuchung am Wiener Determinationsgerät benötigte dadurch nicht mehr als 15 min und dürfte damit praxisgerecht sein.

Die richtigen zeitgerechten sowie die richtigen verspäteten und falschen Reizantworten werden von dem Gerät automatisch registriert und fortlaufend getrennt gezählt. Die ausgelassenen Signalantworten lassen sich als Differenz zur gegebenen Signalhäufigkeit errechnen. Das Gesamtergebnis wurde jeweils nach dem Programmdurchlauf protokolliert.

Das Elektrokardiogramm, aus dem auch die Pulsfrequenz entnommen wurde, wurde jeweils nach 2oo und 4oo Signalen, d.h. also nach 3- und 6-minütiger Belastung, sowie 2 und 3 min nach Beendigung des Versuchs in der Erholungsphase mit 5o mm/sec geschrieben. Zusätzlich lief die EKG-Registrierung mit 1o mm/sec während der ganzen 3. Belastungsminute.Die Atemfrequenz wurde fortlaufend ausgedruckt und für die 3. und 6. Minute des Programmdurchlaufes ausgewertet. Der Blutdruck wurde gleichfalls nach 2oo und 4oo Signalen sowie zweimal in der Erholungsphase gemessen.

Zur Durchführung der ergometrischen Belastungsuntersuchung blieben die Meßfühler angeschlossen,wenn die Ergometrie - wie meistens - im Anschluß an die psychovegetative Belastung mit mindestens 15 min Pausenabstand vorgenommen wurde. Nachdem der Patient auf dem Fahrradergometer Platz genommen hatte, erfolgten nach einer Vorperiode von 2 min Dauer die Ruhemessungen, wobei das EKG fortlaufend über 1 min geschrieben wurde. Dann wurde die stufenweise ansteigende Belastung durchgeführt, bei der die Leistung alle 2 min um 25 Watt gesteigert wurde. Bei der erwarteten vorletzten Belastungsstufe - meistens bei 1oo Watt - wurde die Belastungszeit auf 6 min ausgedehnt, um feststellen zu können, ob ein

relatives steady state erreicht wurde. In der 2. Minute dieser Belastungsstufe wurde daher das EKG mit 1o mm/sec Papiervorschub fortlaufend geschrieben. - Bei deutlicher Ischämiereaktion, bei typischen anginösen Beschwerden, bei exzessivem Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck sowie bei allgemeiner Erschöpfung wurde die Ergometrie abgebrochen. In der Erholungsphase wurden EKG und Blutdruck nach 1/2, nach 1, nach 2, nach 3 und nach 4, sowie nach 6 und 8 min registriert. Unabhängig von der EKG-Schreibung wurde das EKG fortlaufend auf dem Oszilloskop des Monitors beobachtet. Die Protokollierung aller Meßwerte erfolgte in entsprechender Weise wie bei der psychovegetativen Belastung am Wiener Determinationsgerät.

5. Auswertung

Die Veränderungen von ST-Strecke und T-Welle im Elektrokardiogramm wurden als Durchschnitt aus jeweils 3-5 Messungen an verschiedenen Kammerkomplexen bestimmt, um Veränderungen, die durch Verschiebung der elektrischen Null-Linie und durch Atemeinflüsse bedingt sind, auszugleichen. Eine ST-Verlagerung wurde bei der ergometrischen Belastung nur dann als sicher gewertet, wenn der ST-Abgang ("junction point") um o,1 mV = 1 mm und mehr unter oder über dem PQ-oder Ausgangsniveau lag und der ST-Verlauf zugleich horizontal oder deszendierend war. Unter der Belastung am Wiener Determinationsgerät sahen wir wegen des geringeren Frequenzanstiegs auch schon ST-Verlagerungen von o,o5 mV und mehr als pathologisch an. Änderungen der T-Wellenhöhe wurden nur dann berücksichtigt, wenn sie mehr als 1 mm ausmachten und die dazugehörige R-Zacke in ihrer Größe unverändert war.

Zur Beurteilung der Reaktion auf die psychovegetative Belastung am Wiener Determinationsgerät wurden jeweils die maximalen Auslenkungen der Meßgrößen herangezogen; zur Beurteilung der Reaktion auf die ergometrische Belastung dienten dagegen die Veränderungen auf der Belastungsstufe von 1oo Watt. Diese Belastungsstufe wurde gewählt, weil sie von nahezu allen Patienten erreicht wurde. Wo dies nicht der Fall war, wurden die Änderungen der Herzfrequenz und des Blutdrucks auf den niederen Belastungsstufen auf 1oo Watt Belastung extrapoliert.

Der individuelle Puls-Atem-Quotient wurde aus den Ruhewerten von Herz- und Atemfrequenz im Sitzen vor dem Beginn der psychovegetativen Belastung bestimmt.

Die Häufigkeit der richtigen zeitgerechten, richtigen verspäteten und falschen Signalantworten am Wiener Determinationsgerät wurde nach jedem Programmdurchlauf den ausgedruckten Gesamtsummen entnommen.

6. Statistische Methodik

Mittelwerte wurden arithmetisch berechnet.DieStreuung (s) (= Standardabweichung) sowie der mittlere Fehler des Mittelwertes (s_M) (= Standardfehler des Mittelwertes) wurden nach folgenden Formeln bestimmt:

$$s = \sqrt{\frac{(x - M)^2}{n - 1}}$$

$$sM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dabei bedeuten: x = Einzelmeßwert; M = arithemtischer Mittelwert; n = Häufigkeit der Einzelmeßwerte.

Zur Signifikanzprüfung von Mittelwertdifferenzen wurde der t-Test benutzt, wobei die Irrtumswahrscheinlichkeit p nach einschlägigen Tabellenwerken abgelesen wurde (DOCIMENTA GEIGY, Wissenschaftliche Tabelle 6. Aufl. 196o).

Dabei wurden folgende Formeln angewendet:

$$t = \frac{D}{s_D}$$

wobei $D = M_1 - M_2$

und $s_D = \sqrt{s_{m\,1}{}^2 + s_{M\,2}{}^2}$

(t = Tabellenwert; D= Differenz der zu vergleichenden Mittelwerte M_1 und M_2; s_D = mittlerer Fehler der Differenz).

III. Ergebnisse

1. Pulsfrequenzanstieg

Wie die Häufigkeitsverteilung der bei allen Untersuchungen mit psychovegetativer Belastung gefundenen relativen Anstiege der Herzfrequenz in Abb. 1 erkennen läßt, waren die Herzfrequenzreaktionen individuell sehr verschieden. Während in einigen Fällen die Frequenzwerte kaum sicher über den Ruheausgangswert anstiegen, fanden sich obere Extremwerte von über 7o% des Ausgangswertes. Bei der Mehrzahl der Patienten lag der psychovegetativ bedingte Herzfrequenzanstieg unter der Belastung am Wiener Determinationsgerät zwischen ca. 5 und 2o% des Ruhewertes.

Um die großen interindividuellen Empfindlichkeitsunterschiede gegenüber der psychovegetativen Belastung in allen folgenden Darstellungen berücksichtigen zu können, wurden die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken des Gesamtkollektivs in fünf Gruppen mit unterschiedlich großem Herzfrequenzanstieg aufgeteilt, wobei auf ähnliche Häufigkeiten in den Teilgruppen geachtet wurde (Tabelle 1).

Abb. 2 zeigt im unteren Kurvenpaar den mittleren prozentualen Anstieg der Pulsfrequenz unter der psychovegetativen Belastung in den fünf Teilgruppen, und zwar getrennt für die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken. Man erkennt, daß das Ausmaß des mittleren Pulsfrequenzanstiegs von etwa 3% in Gruppe I bis etwa 35% in Gruppe V variiert, wobei ein wesentlicher Unterschied im Verhalten der Koronarkranken und Nichtkoronarkranken nicht zu verzeichnen ist.

Die starken interindividuellen Unterschiede im Pulsfrequenzanstieg bleiben auch bestehen, wenn der Pulsfrequenzanstieg in absoluten Werten und nicht in Prozent der Ruheausgangswerte angegeben wird. Die mittleren Ruhewerte der Pulsfrequenz nahmen zwar von Gruppe I bis Gruppe V fortschreitend und statistisch signifikant von etwa 83 P/min bis zu 74 P/min ab (vgl. Tabelle 2), doch lagen die absoluten Pulssteigerungen in Gruppe V im Durchschnitt noch fast um das 1o-fache höher als in Gruppe I.

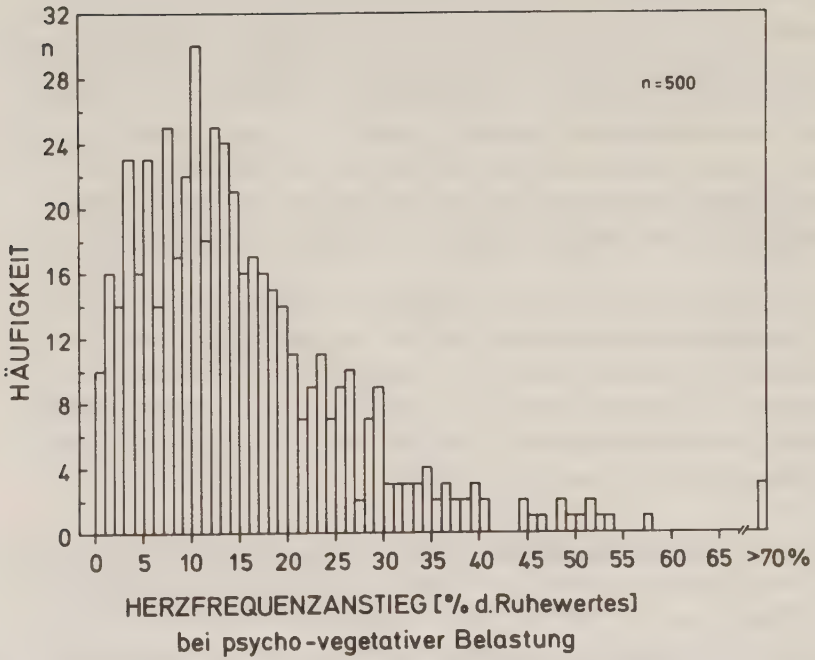

Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der individuellen Herzfrequenzsteigerungen (in % des Ruhewertes) bei der psychovegetativen Belastung am Wiener Determinationsgerät.

Gruppe	Herzfrequenzanstieg (% d.Ruhewertes)	Häufigkeit (n)		
		Koronarkranke	Nichtkoronar-kranke	Gesamt
I	o - 5%	66	32	98
II	6 - 1o%	79	27	1o6
III	11 - 15%	65	4o	1o5
IV	16 - 23%	55	46	1o1
V	24 - 96%	63	27	9o
	Summen:	328	172	5oo

Tabelle 1: Einteilung der Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe des Herzfrequenzanstiegs bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät.

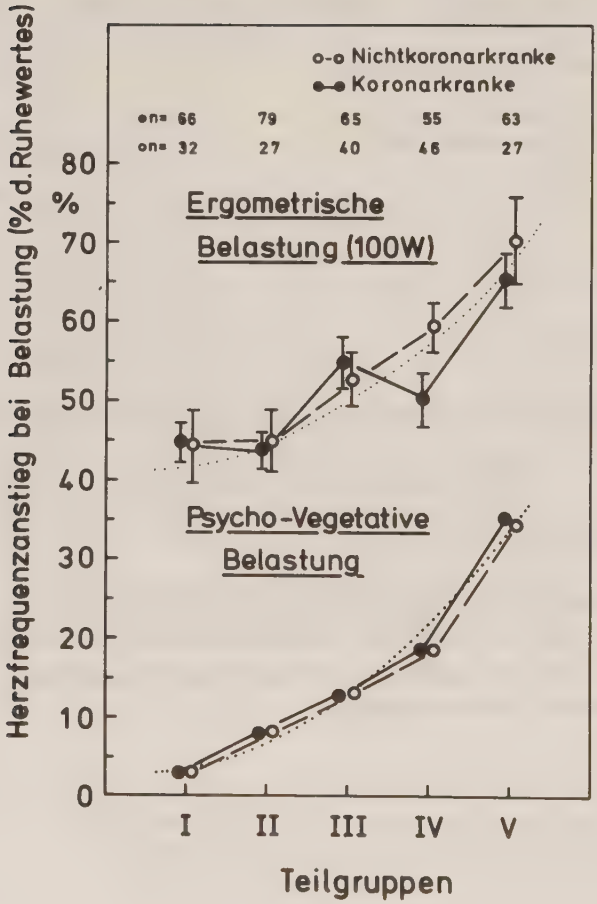

Abb. 2: Der mittleren Herzfrequenzanstieg bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät (unten) und bei ergometrischer Belastung mit 1oo Watt (oben) in den fünf Teilgruppen der Tabelle 1, getrennt für Koronarkranke und Nichtkoronarkranke. Ordinate in Prozent der Ruheausgangswerte. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

Koronarkranke

	I	II	III	IV	V
σ	12,5o	13,3o	14,1o	13,35	13,12
m	82,96	83,65	79,56	77,27	73,74
σ_m	1,47	1,49	1,74	1,8o	1,65
n	66	79	65	55	63
ΔP	+2,65	+6,78	+1o,25	+14,65	+26,o

Nichtkoronarkranke

	I	II	III	IV	V
σ	13,85	13,37	12,26	1o,o7	11,84
m	88,81	81,7o	83,37	76,87	72,92
σ_m	2,45	2,57	1,93	1,48	2,28
n	32	27	4o	46	27

Tabelle 2: Verhalten des mittleren Ruhepulses (m) und der Pulssteigerung (Δ P) bei Koronar- und Nichtkoronarkranken in den fünf Teilgruppen unter psychovegetativer Belastung.

Im oberen Kurvenpaar der Abb. 2 sind die mittleren Pulsfrequenzanstiege in den fünf Teilgruppen bei der Ergometriebelastung mit 1oo Watt dargestellt, und zwar wiederum getrennt für die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken. Das Ausmaß des Belastungspulsanstiegs ist hier unter der körperlichen Anstrengung erwartungsgemäß erheblich größer. Es steigt aber auffälligerweise gleichfalls von Teilgruppe I bis Teilgruppe V um etwa 25% der Ruhewerte an, obwohl die Teilgruppen nach Maßgabe des Pulsfrequenzanstiegs unter der psychovegetativen Belastung gebildet wurden. Auch hier besteht zwischen Koronarkranken und Nichtkorornarkranken trotz einiger Unregelmäßigkeiten keine signifikante Differenz in diesem Verhalten.

Die Zunahme der ergometrischen Pulsfrequenzsteigerungen von Gruppe I bis Gruppe V besteht auch bei Wertung des absoluten Pulsanstiegs, doch ist der Unterschied zwischen den Extremgruppen naturgemäß absolut geringer und beträgt nur etwa 1o-15 P/min (vgl. Tabelle 2).

Ein Vergleich der beiden Kurvenpaare in Abb. 2 läßt erkennen, daß die Steigerung der Pulsfrequenzzunahmen in der Folge der fünf Teilgruppen bei beiden Belastungsarten von sehr ähnlicher Größe ist. Würde man die durch psychovegetative Belastung erzielbare Pulsfrequenzsteigerung in allen fünf Teilgruppen sowie bei Koronarkranken und Nichtkoronarkranken von der Pulsfrequenzsteigerung bei der ergometrischen Belastung mit 1oo Watt abziehen, so würde in allen Teilgruppen eine ähnlich große Pulsfrequenzsteigerung für die ergometrische Belastung allein (in % der Ruhewerte) übrigbleiben (Abb. 3).

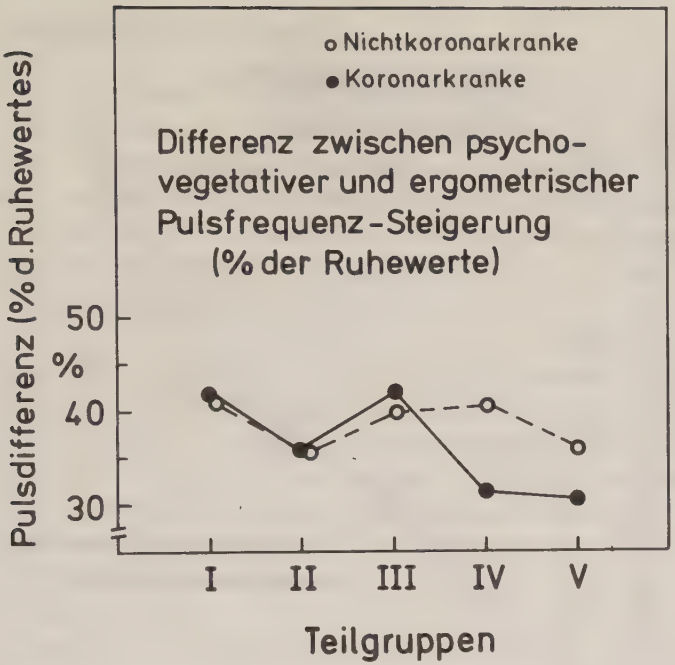

Abb. 3: Die mittlere Differenz zwischen psychovegetativer und ergometrischer Pulsfrequenzsteigerung (in % der Ruhewerte) in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe der Pulsfrequenzreaktion am Wiener Determinationsgerät (vgl. dazu Abb. 2).

Infolge der unterschiedlichen Höhenlagen der beiden Kurvenpaare nimmt der relative Anteil der psychovegetativ erzielbaren Pulsfrequenzsteigerung an der unter ergometrischer Belastung auftretenden Pulsfrequenzzunahme von Gruppe I bis Gruppe V naturgemäß erheblich zu. Für die Darstellung der Abb. 4 wurde der für alle einzelnen Patienten errechnete prozentuale Anteil der psychovegetativen Pulsfrequenzsteigerung für die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in den fünf Teilgruppen der Abb.2 zusammengefaßt dargestellt. Danach nimmt die psychovegetative Pulssteigerung von Gruppe I bis Gruppe V im Durchschnitt um das etwa 5-fache zu. Lediglich in Gruppe IV besteht zwischen den Koronarkranken und Nichtkoronarkranken eine gewisse Differenz, während sonst wiederum eine gute Übereinstimmung im Gesamtverhalten erkennbar ist.

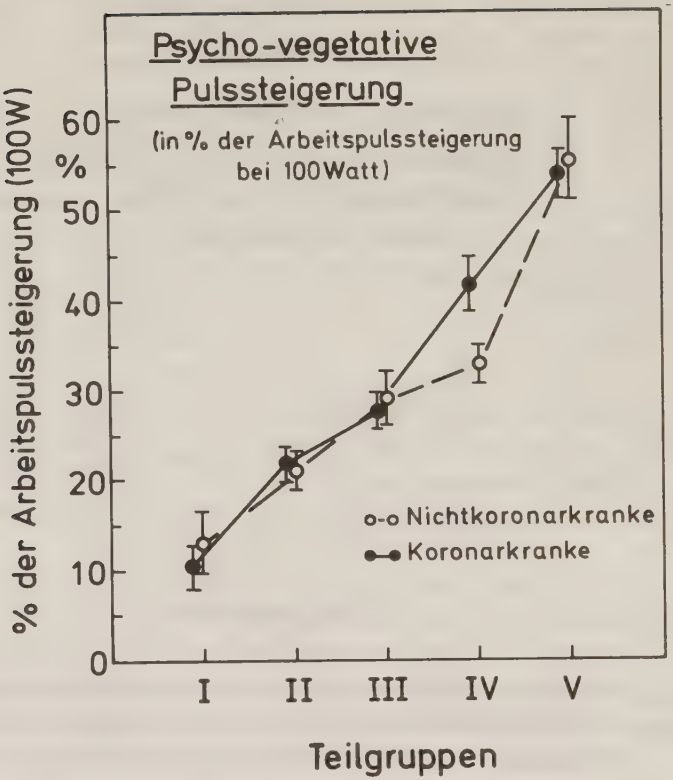

Abb. 4 : Die bei psychovegetativer Belastung auftretende mittlere Pulsfrequenzsteigerung in Prozent der bei 1oo Watt ergometrischer Belastung erzielten Arbeitspulssteigerung in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe der Pulsfrequenzreaktion am Wiener Determinationsgerät. Häufigkeiten s. Legende der Abb. 2. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte. Der Unterschied zwischen Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in Gruppe IV ist statistisch schwach signifikant.

2. Systolischer Blutdruckanstieg

In Abb.5 ist für die fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe der Pulsfrequenzsteigerung am Wiener Determinationsgerät (vgl. Tabelle 1 und Abb. 1-4) die mittlere systolische Blutdrucksteigerung bei der psychovegetativen Belastung (unteres Kurvenpaar) sowie bei der ergometrischen Belastung mit 1oo Watt (oberes Kurvenpaar) dargestellt. Die Differenzierung nach Koronarkranken und Nichtkoronarkranken läßt dabei keine signifikanten Unterschiede erkennen.

Bei der psychovegetativen Belastung nimmt die Blutdrucksteigerung im Durchschnitt von Teilgruppe I bis Teilgruppe V, das heißt mit zunehmender psychovegetativer Pulssteigerung, fortschreitend gering zu. Die Unterschiede zwischen den beiden Extremgruppen liegen bei 7% der Ruhewerte und sind statistisch zu sichern ($p < o,oo5$ bei Koronarkranken; $p < o,o5$ bei Nichtkoronarkranken). In den Mittelgruppen sind aber keine wesentlichen Differenzen abgrenzbar.

Im Gegensatz dazu zeigt die mittlere systolische Blutdrucksteigerung bei ergometrischer Belastung mit 1oo Watt von Gruppe I bis Gruppe V eine abfallende Tendenz, die bei den Nichtkoronarkranken stärker ausgeprägt ist. Bei den Koronarkranken bestehen auch zwischen den Extremgruppen keine sicheren Mittelwertdifferenzen, bei den Nichtkoronarkranken erreicht die Differenz zwischen Gruppe I und Gruppe V das 1o%-Niveau, die zwischen den Gruppen II und V das o,o25%-Niveau der statistischen Irrtumswahrscheinlichkeit.

Insgesamt ergibt sich also, daß die Patienten mit höherem Pulsanstieg unter der psychovegetativen Belastung zwar auch einen stärkeren systolischen Blutdruckanstieg unter derselben Belastungsform zeigen, daß sie aber bei ergometrischer Belastung eher zu einer geringeren Blutdruckreaktion neigen.

Bezieht man das Ausmaß der psychovegetativ ausgelösten systolischen Blutdrucksteigerung in jedem einzelnen Fall wiederum auf die Größe der unter ergometrischer Belastung erzielten Blutdruckzunahme, so ergibt sich, wie Abb. 6 zeigt, eine von Gruppe I zu Gruppe V ansteigende Tendenz der Werte. Diese im Vergleich zur ergometrischen Blutdruckreaktion

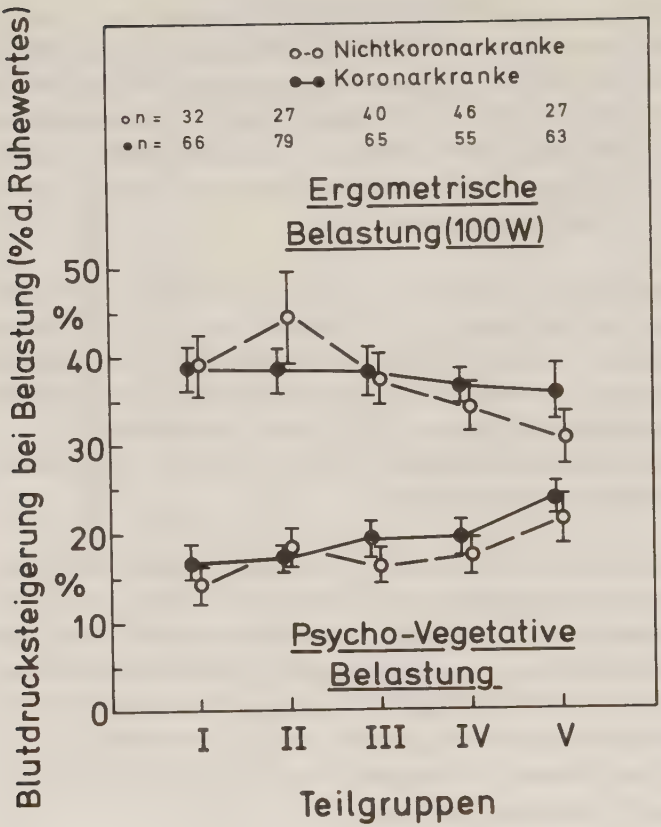

Abb. 5: Die mittlere systolische Blutdrucksteigerung (in Prozent der Ruhewerte) bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät (unteres Kurvenpaar) und bei 1oo Watt Ergometerarbeit (oberes Kurvenpaar) in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Pulsfrequenzsteigerung bei psychovegetativer Belastung, getrennt für Koronarkranke und Nichtkoronarkranke. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

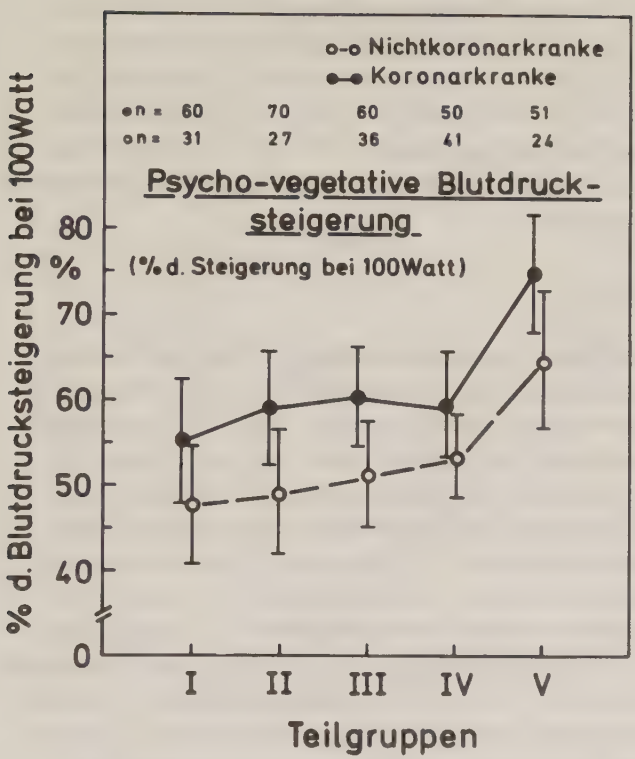

Abb. 6: Mittlere Steigerung des systolischen Blutdrucks bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät in Prozent der bei loo Watt Ergometerarbeit erzielten Blutdrucksteigerung in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe der Pulsfrequenzsteigerung bei der psychovegetativen Belastung, getrennt für Koronarkranke und Nichtkoronarkranke. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

feststellbare Steigerung der psychovegetativen Blutdruckreaktion ist aber nur schwach und erreicht hinsichtlich der Differenz zwischen den Extremgruppen I und V nur das 1o%-Niveau der Signifikanz. Es fällt aber auf, daß die Kurve der Nichtkoronarkranken bei dieser Vergleichsdarstellung in allen Teilgruppen unter der Kurve der Koronarkranken liegt, was bedeutet, daß die psychovegetative Blutdrucksteigerung bei den Nichtkoronarkranken relativ niedriger liegt. Die Niveaudifferenz der beiden Mittelwertskurven liegt bei etwa 1o% (der Blutdrucksteigerung bei 1oo Watt) und ist bei Bewertung dér Paardifferenzen statistisch gut zu sichern ($p < o,oo5$).

3. Herzleistungsindex

In Abb. 7 ist im unteren Kurvenpaar der mittlere Anstieg des Produktes aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck in Prozent der Ruhewerte für die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe des Herzfrequenzanstiegs unter psychovegetativer Belastung dargestellt. Das obere Kurvenpaar dieser Abbildung gibt zum Vergleich den Anstieg dieses Produktes unter 1oo Watt ergometrischer Arbeitsbelastung wieder. Bei beiden Belastungsformen steigt die Zunahme dieses Herzleistungs-Index von Gruppe I bis Gruppe V mehr oder weniger gleichmäßig und statistisch signifikant an. Die Steilheit dieses Anstiegs ist aber bei psychovegetativer Belastung deutlich größer. So liegen die Mittelwerte in Gruppe V bei psychovegetativer Belastung um etwa 4o-45% des Ruhewertes über den Mittelwerten der Gruppe I, während die Differenz beider Extremgruppen bei ergometrischer Belastung nur etwa 25% des Ruhewertes beträgt.

Mit steigender Empfindlichkeit der Patienten gegenüber der psychovegetativen Belastung, gemessen am Anstieg der Herzfrequenz, nimmt also auch die Herzbeanspruchung im Vergleich zu einer dosierten ergometrischen Belastung überproportional zu. In Abb. 8 ist dieser Sachverhalt dadurch dargestellt, daß der mittlere psychovegetativ bedingte Anstieg des Herzleistungsindex für die Teilgruppen auch in Prozent des Anstiegs unter der ergometrischen Belastung angegeben ist. Während in Gruppe I die Herzleistungssteigerung unter 2o% von derjenigen bei Ergometerbelastung liegt, steigt ihr Anteil bis zur Gruppe V auf 5o% an.

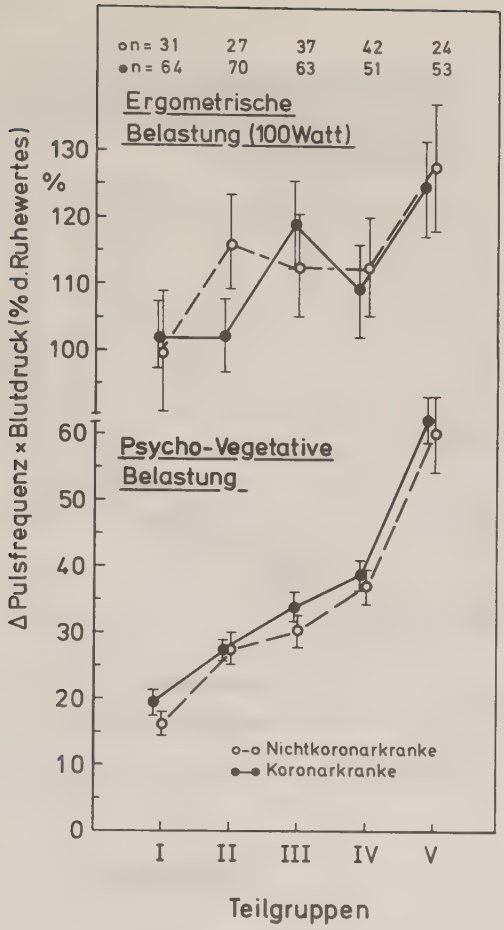

Abb. 7: Die mittlere Steigerung des Herzleistungs-Index (Produkt aus Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck) in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlich großer psychovegetativer Pulsfrequenzsteigerung, getrennt nach Koronarkranken und Nichtkoronarkranken.
Unteres Kurvenpaar: Bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät.
Oberes Kurvenpaar: Bei 1oo Watt Ergometer-Belastung. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers des Mittelwertes.

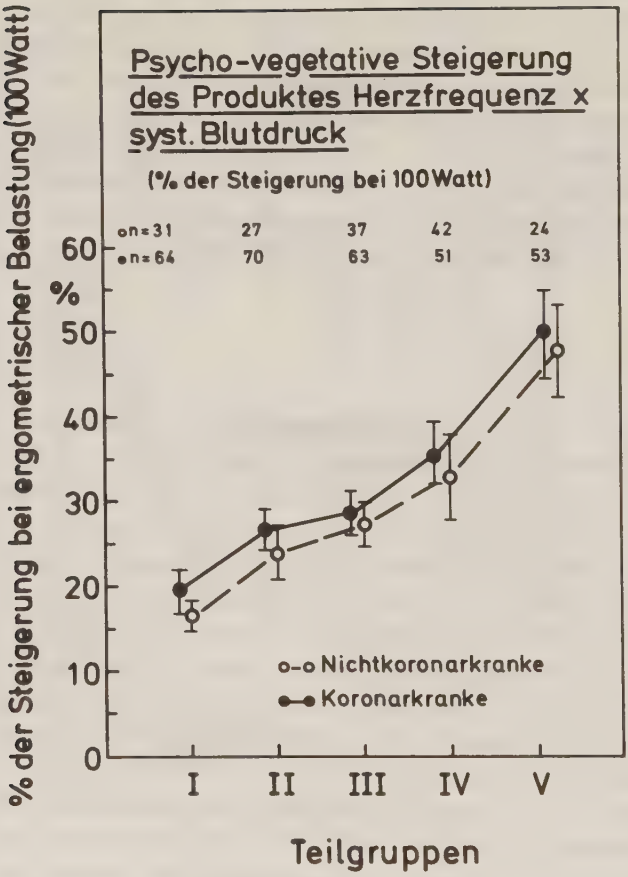

Abb. 8 : Die mittlere psychovegetativ bedingte Steigerung des Produktes aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck in Prozent der Steigerung bei ergometrischer Belastung (1oo Watt) in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlich großer psychovegetativer Pulsfrequenzsteigerung, getrennt nach Koronarkranken und Nichtkoronarkranken. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

4. EKG-Veränderungen

Die unter der psychovegetativen Belastung und im ergometrischen Versuch bei 1oo Watt aufgetretenen EKG-Veränderungen sind in Abb. 9 graphisch dargestellt und außerdem in Tabelle 3 numerisch zusammengestellt.

Unter psychovegetativer Belastung (Abb. 9 , links) nimmt die Häufigkeit von ST-Senkungen, Extrasystolen und T-Höhenveränderungen mit zunehmender Frequenzsteigerung in den fünf Teilgruppen keineswegs systematisch zu. Die größte Häufigkeit von pathologischen ST-Veränderungen ist bei den Koronarkranken in Gruppe IV zu sehen (14,5%), die geringste in Gruppe III (6%). Bei Nichtkoronarkranken kamen keine typischen ischämischen ST-Senkungen vor, in einzelnen Fällen konnte lediglich der Verdacht auf eine Ischämiereaktion ausgesprochen werden. Diese Fälle sind allerdings am häufigsten in Gruppe V, der Gruppe mit der empfindlichsten Pulsreaktion am Wiener Determinationsgerät, mit 7,4% vertreten.

Extrasystolen treten bei Koronarkranken am häufigsten in Gruppe III auf (der Gruppe mit den geringsten ST-Senkungen). Man findet sie hier in 15,4%, am seltensten in Gruppe IV mit 3,6% (der Gruppe mit den häufigsten ST-Senkungen). Bei den Nichtkoronarkranken sind Extrasystolen unter der psychovegetativen Belastung insgesamt seltener (4,7% gegen 9,1% bei den Koronarkranken); sie fehlen überdies in der Gruppe V mit der größten Pulsfrequenzsteigerung ganz.

T-Veränderungen sind dagegen in beiden Diagnosegruppen etwa gleich häufig (Koronarkranke: 12,8%, Nichtkoronarkranke: 13,9%). Dabei überwiegt jeweils in den Teilgruppen I - III eine T-Höhenzunahme, während in den Teilgruppen IV und V eine T-Wellenerniedrigung häufiger ist.

Bei der ergometrischen Belastung mit 1oo Watt (Abb. 9 , rechts) ist erwartungsgemäß die ischämische ST-Senkung bei Koronarkranken die häufigste EKG-Veränderung. Die Häufigkeit in den einzelnen Teilgruppen zeigt keine wesentlichen Unterschiede, sie liegt zwischen 36 und 42%. Jedenfalls ist keine Häufigkeitszunahme in der Reihenfolge der Teilgruppen mit steigender Pulsfrequenzreaktion bei der psychovegetativen Belastung festzustellen. Dies gilt insbesondere auch für die ST-Senkungen bei den Nichtkoronarkranken, bei denen in einer Reihe von Fällen wiederum der Verdacht auf eine ischämische ST-Senkung ausgesprochen werden mußte (7,6%).

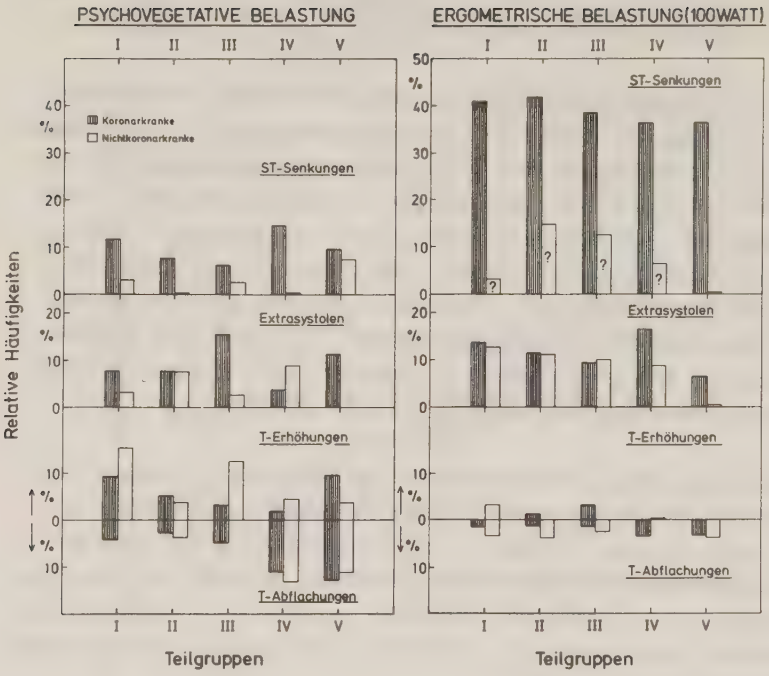

Abb. 9 : Die relativen Häufigkeiten von ST-Senkungen, Extrasystolien und T-Wellenveränderungen (getrennt nach Erhöhungen und Abflachungen) unter psychovegetativer (links) und ergometrischer Belastung mit 1oo Watt (rechts) bei den insgesamt 328 Koronarkranken und 172 Nichtkoronarkranken, jeweils in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Herzfrequenzsteigerung unter psychovegetativer Belastung. Die absoluten Häufigkeiten sind aus Tabelle 3 zu entnehmen. Weitere Erklärungen im Text.

Koronarkranke EKG-Veränderung bei 1oo Watt Ergometrie

	Gruppe 1 n= 66	Gruppe II n= 79	Gruppe III n= 65	Gruppe IV n= 55	Gruppe V n= 63
keine	29 43,93%	38 48,1o%	29 44,61%	27 49,o9%	32 5o,79%
ST	27 4o,9o%	33 41,77%	25 38,46%	2o 36,36%	23 36,5o%
ES	9 13,63%	9 11,39%	6 9,23%	9 16,36%	4 6,34%
T	- 1 1,51%	2 2,53% +1 +1,26% -1 -1,26%	3 4,61% +2 +3,o7 -1 -1,53	- 2 3,63%	- 2 - 3,17%

Koronarkranke EKG-Veränderung bei PT

	Gruppe 1	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV	Gruppe V
keine	46 69,69%	61 77,21%	4o 61,63%	39 7o,9o%	34 53,96%
ST	7 1o,6o%	6 7,59%	4 6,15%	8 14,54%	6 9,52%
ES	5 7,57%	6 7,59%	1o 15,38%	2 3,63%	7 11,11%
T	1o 15,15% +6 +9,o9% -4 -6,o6%	6 7,59% +4 +5,o6% -2 -2,53	5 7,69% +2 +3,o7% -3 -4,61	7 12,72% +1 +1,81% -6 -1o,9o	14 22,22% +6 +9,52% -8 -12,69

Nichtkoronarkranke EKG-Veränderung bei 1oo Watt Ergometrie

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV	Gruppe V
keine	25 78,12%	19 7o,37%	31 77,5%	4o 86,95%	25 92,59%
ST	1 3,125%	4 14,81%	5 12,5%	3 6,52%	- -
ES	4 12,5%	3 11,11%	4 1o,oo%	4 8,69%	- -
T	2 6,25% +1 +3,125 -1 -3,125	-1 -3,7o%	-1 2,5o%	- -	-1 -3,7o%

Nichtkoronarkranke EKG-Veränderung bei PT

	Gruppe I n= 32	Gruppe II n= 27	Gruppe III n= 4o	Gruppe IV n= 46	Gruppe V n= 27
keine	26 81,25%	23 85,18%	32 8o,oo%	34 73,91%	22 81,48%
ST	1 3,125%	- -	1 2,5o%	- -	2 7,4o%
ES	1 3,125%	2 7,4o%	1 2,5o%	4 8,69%	- -
T	+5 +15,625	2 7,4o% +1 +3,7o -1 -3,7o%	+5 +12,5%	8 17,39% +2 +4,34% -6 -13,o4%	4 14,81% +1 +3,7o -3 -11,11

Tabelle 3: Häufigkeit von EKG-Veränderungen bei ergometrischer und psychovegetativer Belastung bei Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in fünf Teilgruppen.

Auch Extrasystolen sind unter ergometrischer Belastung insgesamt häufiger als bei der psychovegetativen Belastung, ihre Häufigkeit zeigt aber gleichfalls keine Beziehung zum psychovegetativ induzierten Pulsanstieg. Während Koronarkranke beim Vergleich beider Belastungsarten nur ein leichtes Überwiegen der Extrasystolenhäufigkeit bei der Ergometrie erkennen lassen (11,3% gegenüber 9,1%), überwiegt bei den Nichtkoronarkranken die Häufigkeit von Extrasystolen im ergometrischen Belastungstest eindeutig (8,7% gegenüber 4,7%).

T-Wellenveränderungen treten bei ergometrischer Belastung viel seltener auf als bei psychovegetativer (bei Koronarkranken: 3,1% gegenüber 12,8%; bei Nichtkoronarkranken 2,9% gegenüber 13,9%). Auch hier war wiederum bei beiden Belastungsarten keine Häufigkeitszunahme mit steigender Pulsfrequenzreaktion während der psychovegetativen Belastung zu erkennen. Allerdings sieht man wieder in den Teilgruppen mit höherer Pulsreaktion am Wiener Determinationsgerät ein Überwiegen der T-Wellenabflachungen gegenüber der T-Wellenzunahme.

5. Einflüsse des Puls-Atem-Quotienten

Abb.1o zeigt zunächst die mittleren Ruhewerte des Puls-Atem-Quotienten in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Herzfrequenzsteigerung unter psychovegetativer Belastung bei den Koronarkranken und Nichtkoronarkranken. In den Teilgruppen I bis IV liegen die Werte sämtlich auf einem ähnlichen Niveau im Bereich von 5, nur in der Gruppe V, die die höchste Empfindlichkeit der Herzfrequenz gegenüber der psychovegetativen Belastung zeigt, liegen die Mittelwerte bei Koronarkranken und Nichtkoronarkranken überraschenderweise tiefer im Bereich von etwa 4,4.

Die bei psychovegetativen und ergometrischen Belastungen (1oo Watt) aufgetretenen EKG-Veränderungen sind für die Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in vier Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe des Puls-Atem-Quotienten aufgeschlüsselt worden. Das Ergebnis ist in Abb.11 graphisch in Form der relativen Häufigkeiten dargestellt, die numerischen Werte finden sich in Tabelle 4. Da die Atemfrequenzwerte aus technischen Gründen nicht in allen untersuchten Fällen auswertbar waren, konnten für diese Aufschlüsselung nur die Befunde von 222 Koronarkranken und 92 Nichtkoronarkranken verwendet werden.

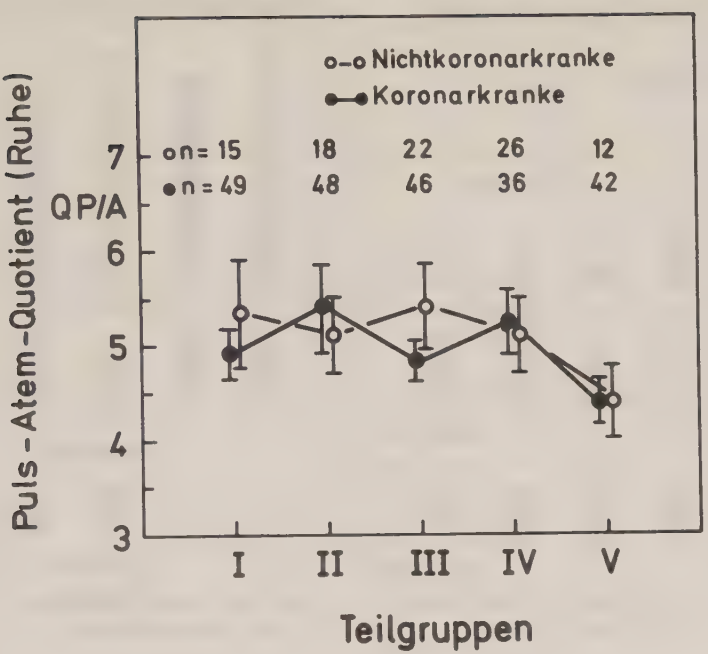

Abb.10 Die mittleren Ruhewerte des Puls-Atem-Quotienten bei den Koronarkranken und Nichtkoronarkranken in den fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Herzfrequenzsteigerung unter psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät. Die Klammern bezeichnen den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

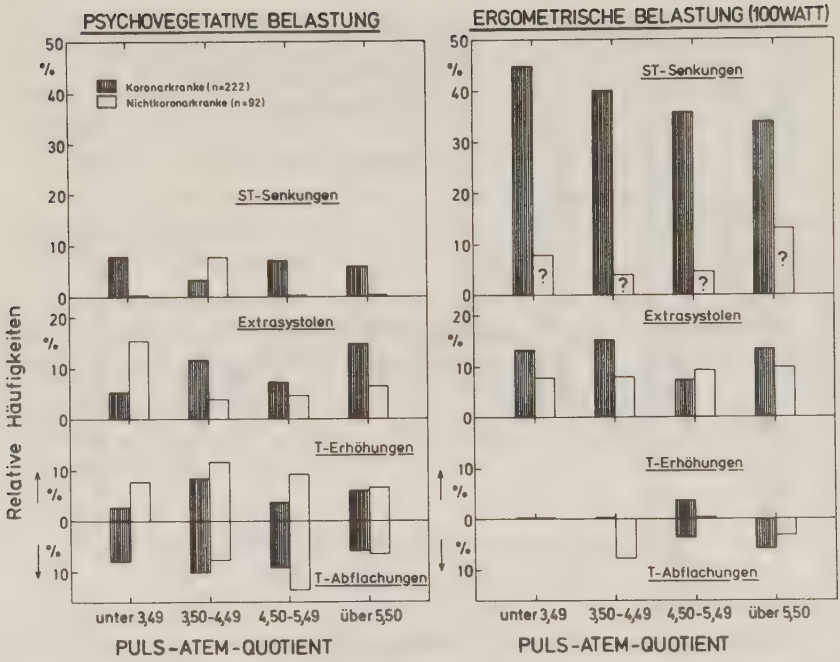

Abb. 11: Die relativen Häufigkeiten von ST-Senkungen, Extrasystolien und T-Wellenveränderungen (getrennt nach Erhöhungen und Abflachungen) unter psychovegetativer (links) und ergometrischer Belastung mit 1oo Watt (rechts) bei 222 Koronarkranken und 92 Nichtkoronarkranken, jeweils in vier Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe des Puls-Atem-Quotienten in Ruhe. Die absoluten Häufigkeiten sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Ergometerbelastung				Gesamt	Puls-Atem-Quotient 2-3,49	3,5 - 4,49	4,5 - 5,49	über 5,5o	Gesamt
					n= 38	n= 6o	n= 56	n= 68	n= 222
	Koronarkranke	ischämische ST-Veränderungen M %	n	17	24	2o	23	84
			%	44,74	4o	35,71	33,82	
		T-Veränderung		o o	o o	4 7,14 -2 +2 +3,57 -3,57	4 -5,88	8
		ES		5 13,15	9 15	4 7,14	9 13,23	27
		ohne EKG Veränderung		17 44,73	28 46,66	28 5o	33 48,52	
				n= 13	n= 26	n= 22	n= 31	n= 92
	Koronargesunde	ischämische ST-Veränderung	n	1	1	1	4	7
			%	7,59	3,84	4,54	12,9o	
		T-Veränderung		o o	-2 -7,64	o o	1 -3,22	3
		ES		1 7,69	2 7,69	2 9,o9	3 9,67	8
		ohne EKG Veränderung		12 92,3o	22 84,61	19 86,36	22 7o,96	

psycho-vegetative Belastung				Puls-Atem-Quotient				
				2 -3,49 n= 38	3,5 - 4,49 n= 6o	4,5 - 5,49 n= 56	über 5,5o 68	n= 222
	Koronarkranke	ischämische ST-Veränderung	n	3	2	4	4	13
			%	7,89	3,33	7,14	5,88	
		T-Veränderung		4	11	7	8	3o
				1o,52	18,33	12,5	11,76	
				-7,89+2,63	-1o+8,33	-8,92+3,57	-5,88+5,88	
		ES		2	7	4	1o	23
				5,26	11,66	7,14	14,7o	
		ohne EKG Veränderung		28	38	42	44	
				73,68	63,33	75	64,7o	
				n=13	n=26	n= 22	n= 31	n= 92
	Nichtkoronarkranke	ischämische ST-Veränderung	n	o	2	o	o	2
			%	o	7,69	o	o	
		T-Veränderung	%	1	5	5	4	15
				+7,69	19,22 +11,53-7,69	22,72 -13,63+9,o9	12,9o +6,45-6,45	
		ES	%	2	1	1	2	6
				15,38	3,84	4,54	6,45	
		ohne EKG Veränderung	%	1o	2o	17	25	
				76,92	76,92	77,27	8o,64	

Tabelle 4: Absolute und prozentuale Häufigkeit von verschiedenen EKG-Veränderungen während psychovegetativer und ergometrischer Belastung bei Koronar- und Nichtkoronarkranken in Abhängigkeit von unterschiedlichen Puls-Atemquotienten.

Insgesamt ist für keine Merkmalshäufigkeit in Abb. 11 ein wesentlicher und systematischer Einfluß der Ausgangslage des Puls-Atem-Quotienten festzustellen, und zwar weder bei der psychovegetativen noch bei der ergometrischen Belastung. Lediglich die mit steigendem Puls-Atem-Quotienten abnehmende Häufigkeit der ST-Senkungen bei den Koronarkranken im ergometrischen Versuch ist auffällig, und bei der hier insgesamt größeren Häufigkeit am ehesten verwertbar. Sonst bewegen sich sämtliche Meßwerte bzw. Häufigkeiten in so niedrigen Bereichen, daß kein sicheres Urteil möglich ist.

IV. Diskussion

1. Methodische Diskussion

Das Wiener Determinationsgerät wurde bisher fast ausschließlich in der Verkehrs-Psychologie zum Zwecke der Vigilanzprüfung sowie bei der Überprüfung der Reaktionsgeschwindigkeit unter dem Einfluß von Psychopharmaka angewandt (KLEBELSBERG 196o, 1961). Sein Einsatz zum Zwecke einer psychovegetativen Belastung beruht auf der Möglichkeit, den Zeit- und Entscheidungsdruck, dem der Proband während der zeitgebundenen Signalbeantwortung ausgesetzt ist, so zu steigern, daß zu der rein mentalen Belastung, die keine nennenswerten vegetativen Reaktionen hervorruft, eine zunehmende emotionale Belastung hinzutritt. Erst beim Überschreiten der mentalen Kapazität der Versuchsperson, die an der zunehmenden Zahl falscher oder verspäteter Ergebnisse erkennbar wird, entsteht das Spannungsfeld zwischen Anforderung und Leistungsfähigkeit, welches zu der emotionalen Belastung mit ihren vegetativen Begleitreaktionen führt (vgl. MAIWALD u.Mitarb. 1977).

TÄNZER (1974) und WEYHMANN (1977) (vgl. auch TÄNZER u. Mitarbeiter 1975) hatten zu diesem Zweck zwei verschiedene Versuchsreihen durchgeführt. In der ersten liefen zwei nach dem Schwierigkeitsgrad abgestufte Programme zunächst in jeweils 6, dann in 4 min ab. Der Signalabstand der jeweils 4oo Signale betrug dabei o,9 bzw. o,6 sec. In der anderen Versuchsreihe liefen die gleichen Signalprogramme in 8 bzw. 6 min, d.h. mit einem Signalabstand von 1,2 bzw. o,9 sec. ab. Dabei zeigte sich, daß vor allem der schnellere Ablauf stärkere Herz-Kreislaufreaktionen hervorruft, während die vegetativen Reaktionen weniger vom Schwierigkeitsgrad (Anzahl der Signalqualitäten) der beiden Programme beeinflußt wurden.

Aufgrund dieser Erfahrungen verwendeten wir zunächst sowohl für das einfachere als auch für das schwierigere Programm nur einen Signalabstand von o,9 sec. Dabei zeigte es sich jedoch in Übereinstimmung mit Beobachtungen von BLUTTNER (1975), daß sich die während des ersten Programmdurchlaufes zu registrierenden Herz- und Kreislaufveränderungen während des zweiten, schwierigeren Programms nicht mehr steigerten. Wir verzichteten daher schließlich auf den zweiten Programmdurchgang und konnten dadurch die ganze Untersuchung zeitlich raffen, was ihrer routinemäßigen Anwendung in der Klinik sehr zugute kam.

Die Erfahrung, daß die vegetativen Reaktionen mehr von der Geschwindigkeit der Signalfolge als von der Kompliziertheit des Programms beeinflußt werden, hat dazu geführt, daß inzwischen an unserer Kurklinik eine andere Versuchsanordnung für die psychovegetative Belastung am Wiener Determinationsgerät erprobt und durchgeführt wird (HÖLLEN 1977). Bei diesem Verfahren wird die Signalfolgegeschwindigkeit in jeder Minute stufenweise um eine der vorgegebenen Schaltstufen erhöht. Dadurch ist es sowohl möglich, die deutlich hervortretenden individuellen Belastbarkeitsunterschiede und Beanspruchungsgrade zu berücksichtigen als auch anhand der kontrollierten vegetativen Parameter und der Reaktionsleistung die Entscheidung zu treffen, bis zu welcher Belastungsstufe der Patient engagiert mitarbeitet und wann er "abschaltet". Das Engagement ist erfahrungsgemäß schon an der Häufigkeit richtiger Reaktionen zu beurteilen, erst wenn die richtigen Signalantworten zurückgehen, wird die Zunahme der verspäteten Reaktionen zum wichtigen Indikator.

Die Tatsache, daß für unsere Untersuchungen anstatt dieses neuen Verfahrens noch das Untersuchungsprogramm von BLUTTNER (1975) unter Verzicht auf den zweiten Programmdurchlauf benutzt wurde, schränkt die Aussagekraft unserer Ergebnisse nur in dem Sinne ein, daß die Patienten zwar alle der gleichen Belastung am Wiener Determinationsgerät ausgesetzt waren, daß aber der individuelle Beanspruchungsgrad dabei unterschiedlich war. Da nach allen bisherigen Erfahrungen mit der psychovegetativen Belastung am Wiener Determinationsgerät damit zu rechnen ist, daß die interindividuellen Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber einer solchen Belastung wesentlich größer sind als die Leistungsunterschiede, dürfte unser methodisches Vorgehen die Ergebnisse nicht wesentlich einschränken.

Besonders hingewiesen werden muß hinsichtlich der Verwertbarkeit unserer Ergebnisse auf die nicht geringe methodische Unsicherheit bei der Bestimmung des Puls-Atem-Quotienten. Da die Atemfrequenz automatisch gezählt und ausgedruckt wurde, ist die Sicherheit dieser Frequenzmessung wesentlich geringer anzusetzen, als wenn der Atemablauf direkt graphisch kontrolliert worden wäre. Erfahrungsgemäß kommen durch Schwankungen der Atemplitude sowie durch kardiopneumatische Wellen bei der thermischen Ableitung im Naseneingang häufiger Fehlimpulse zustande.

2. Zu den Ergebnissen

a) Pulsfrequenz

Zunächst muß noch einmal betont werden, daß die großen interindividuellen Unterschiede in der Größe des Pulsanstiegs bei derselben Belastung am Wiener Determinationsgerät nicht dadurch vorgetäuscht wurden, daß die Pulsfrequenzzunahmen in Prozent des Ruhewertes vor der Belastung bestimmt wurden. Immerhin ist es auffallend, daß die Ruhepulsfrequenz im Mittel in derjenigen Teilgruppe der Koronarkranken und Nichtkoronarkranken am niedrigsten war, die - auch absolut - die größte Pulsreaktion zeigte. Man hätte in dieser Gruppe mit besondere Reagibilität auch eine Überhöhung der Ruhewerte durch einen Vorstarteffekt (SMIRNOW 1974) erwarten können, der die wirkliche Größe der psychovegetativen Belastungsreaktion verdeckt hätte.

Es besteht daher die Frage, inwieweit die unterschiedliche Größe der Auslenkung vegetativer Funktionen unter der Belastung am Wiener Determinationsgerät tatsächlich Unterschiede der psychovegetativen Empfindlichkeit widerspiegelt oder ob es sich bei gleicher Belastungsgröße um den Ausdruck unterschiedlicher Beanspruchung handelt, die durch Geschicklichkeit, Vorerfahrung im Umgang mit technischen Geräte, Lernfähigkeit, Motivation u.ä. verursacht werden. Die Verwendung immer gleicher Signalfolgen mit gleichbleibender Darbietungsgeschwindigkeit könnte bei differenzierter Auswertung der erzielten Reaktionsleistungen und Fehlleistungen bestenfalls einige Anhalte zur Beantwortung dieser Fragen geben. Weitere Möglichkeiten werden sicherlich durch die neuerdings von HÖLLEN (1977) angewandte Belastungsform mit stufenweise gesteigerter Signalfolgegeschwindigkeit erschlossen werden.

Umso wichtiger für die Beurteilung der individuellen Reaktionsunterschiede wird daher unser Befund, daß sowohl bei den Koronarkranken als auch bei den Nichtkoronarkranken die Teilgruppen mit zunehmender Pulsfrequenzsteigerung bei der psychovegetativen Belastung auch eine entsprechend größere Steigerung der Arbeitspulsfrequenz bei 1oo Watt aufweisen. Diese hochsignifikante Beziehung zwischen den Pulsreaktionen bei beiden Belastungsarten ist in Abb. 12 noch einmal dargestellt, wobei nunmehr die individuelle Größe der Arbeitspulssteigerung bei 1oo Watt zur Klasseneinteilung benutzt wurde.

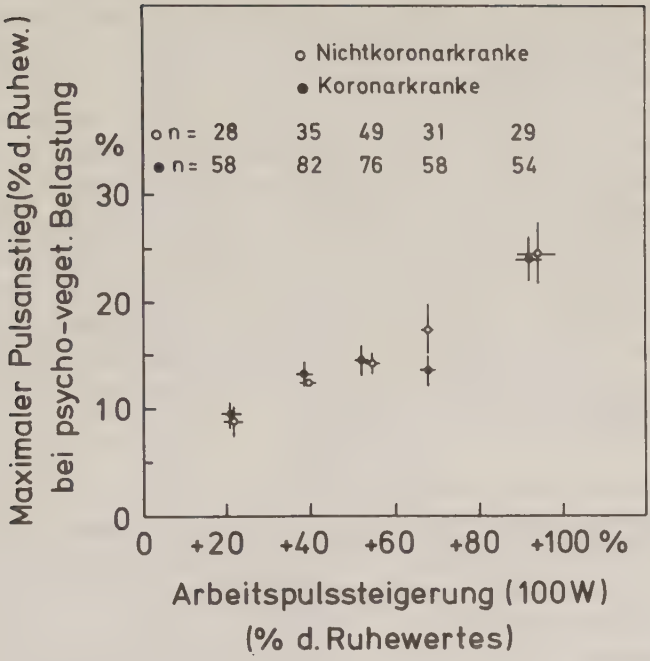

Abb. 12: Mittelwerte des maximalen Pulsfrequenzanstiegs bei psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät in fünf Teilgruppen von Koronarkranken und Nichtkoronarkranken, die sich hinsichtlich der Höhe des Arbeitspulsanstiegs bei 100 Watt Ergometerarbeit unterschieden. Die Strichmarkierungen um die Punkte entsprechen den Bereichen des mittleren Fehlers der Mittelwerte.

Dieses Ergebnis entspricht der Tatsache, daß psychovegetativ Labile mit verminderter Stresstolerenz körperlich weniger leistungsfähig sind, und weist darauf hin, daß die unterschiedliche Größe der unspezifischen Pulsreagibilität gleichermaßen Stresstolerenz und körperliche Leistungsfähigkeit mitbestimmt. An kleinerem Material wurden in diese Richtung weisende Befunde bereits von BLUTTNER (1975) erhoben. Bei der Gegenüberstellung der Arbeitspulsfrequenz bei 1oo Watt und der maximalen Herzfrequenz bei psychovegetativer Belastung hatte diese Autorin lineare Beziehungen gefunden, deren Steigungskoeffizienten überdies von der individuellen vegetativen Reaktionslage abhängig waren. Zu entsprechenden Feststellungen kamen auch CLASING .u.v.SCHMIDT (1974).Sie fanden bei Volleyball-Schiedsrichtern, die während ihrer nervlich stark beanspruchenden Tätigkeit bei telemetrischer Messung besonders hohe Pulsfrequenzwerte zeigten, eine schlechtere körperliche Leistungsfähigkeit auf dem Ergometer als bei solchen, die während ihrer Tätigkeit niedrigere Pulsfrequenz entwickelten.

Die engen Beziehungen zwischen psychovegetativer Labilität und körperlicher Leistungsfähigkeit, z.B. im Rahmen der sog. vasoregulatorischen Asthenie, zeigen sich auch an den günstigen therapeutischen Erfolgen, die mit körperlichem Training erzielt werden können (GRAF 1969). Allerdings haben neuere Untersuchungen von STRANG (1977) ergeben, daß der regularisierende und stabilisierende Einfluß einer balneotherapeutischen Kurbehandlung (HILDEBRANDT 196o) bei richtiger Auswahl der Patienten zu noch stärkeren Steigerungen der Leistungsfähigkeit führen kann als eine bewegungstherapeutisch akzentuierte Behandlungsform.

b) Systolischer Blutdruck

Besonders auffällig im Verhalten des systolischen Blutdrucks unter der psychovegetativen Belastung ist die Tatsache, daß in den fünf Teilgruppen mit zunehmender Pulsfrequenzsteigerung die Blutdruckreaktion nur sehr gering anwächst, obwohl die Pulsfrequenzsteigerungen um etwa das 1o-fache zunehmen. Bei ergometrischer Belastung derselben Teilgruppen nahm die Blutdruckreaktion in gleicher Reihenfolge sogar im Durchschnitt ab, obwohl auch hierbei die Pulsfrequenzsteigerung mit etwa gleicher Steilheit größer wurde. Das hyperreaktive Pulsfrequenzverhalten ist also keineswegs mit einem gleichsinnig und entsprechend hyperreaktiven Verhalten des Belastungsblutdrucks verbunden. Zu ähnlichen Ergebnissen war auch schon BLUTTNER (1975) gekommen, die mit zunehmend ergotroper Einstellung der Probanden keine Änderung im Verhalten des Blutdruckanstiegs fand. Unsere Befunde beziehen sich allerdings nur auf das Verhalten des systolischen Blutdrucks, während der diastolische Blutdruck wegen der größeren Unsicherheit seiner Messung bei Körperarbeit bisher unberücksichtigt blieb.

TÄNZER u. Mitarbeiter (1974) haben bereits die Vermutung ausgesprochen, daß die größere psychovegetative Ansprechbarkeit der Patienten überwiegend auf einen größeren Anteil des Adrenalins gegenüber dem Noradrenalin bei der sympathischen Aktivierung zurückzuführen ist. Die vorliegenden Befunde, die auch das Blutdruckverhalten bei Arbeitsbelastung miteinbeziehen, können eigentlich nur in diesem Sinne befriedigend gedeutet werden.Geringe Steigerungen oder gar Absinken des systolischen Blutdrucks trotz erheblich zunehmender Pulsfrequenzanstiege sind nur durch die beträchtliche Senkung des peripheren Kreislaufwiderstands unter überwiegender Adrenalinausschüttung denkbar (vgl. WITZLEB 1976).

Bemerkenswert ist es unter diesen Gesichtspunkten, daß die psychovegetativ bedingte Blutdrucksteigerung in bezug auf die bei Ergometerbelastung gemessene bei den Koronarkranken im Durchschnitt in allen Teilgruppen größer war als bei den Nichtkoronarkranken, obwohl sich keine entsprechenden Unterschiede im Pulsfrequenzverhalten gefunden hatten. Hier wäre an die Beteiligung einer reflektorischen Pulsfrequenzsenkung zu denken, wie sie für eine stärkere Beteiligung von Noradrenalineffekten zu erwarten wäre.

c) Herzleistung

Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, daß die Herzleistungsbeanspruchung,gemessen an dem Produkt aus Belastungspuls und systolischem Belastungsblutdruck unter der psychovegetativen Belastung mit zunehmender Pulsreagibilität relativ stärker ansteigt als bei der ergometrischen Belastung. Dies widerspricht Ergebnissen von STEIN und JUNGMANN (1976), die aufgrund von Pulsfrequenzsteigerung und Extrasystoliehäufigkeit während des Fernsehens von Fußball-Länderspielen und während ergometrischer Belastung schlossen, daß psychische Belastungen bei Infarktpatienten weniger die Herzarbeit erhöhen als vielmehr Herzrhythmusstörungen provozieren. Letztere bestanden bei den Autoren in supraventrikulären und ventrikulären Extrasystolen. Demgegenüber fanden wir ja bei den Koronarkranken unter ergometrischer Belastung etwas häufiger Extrasystolen als bei der psychovegetativen Belastung am Wiener Determinationsgerät. Bei den Nichtkoronarkranken war der Unterschied noch größer. Diese fehlende Übereinstimmung könnte möglicherweise auch durch die unterschiedliche Art der psychischen Belastung mitbedingt sein, in erster Linie ist sie aber wohl auf den unterschiedlichen Umfang des Beobachtungsgutes (bei STEIN und JUNGMANN nur 7, bei uns 328 Koronarkranke) zurückzuführen.

d) EKG-Veränderungen

Überraschend ist es, daß die EKG-Veränderungen unter psychovegetativer Belastung nicht in denjenigen Teilgruppen am häufigsten sind, in denen die induzierte Pulsfrequenzsteigerung am größten ausfiel. BLUTTNER (1975) hatte mit zunehmendem Puls-Atem-Quotienten, dessen Größe im Durchschnitt positiv mit der Pulsfrequenz korreliert (HILDEBRANDT 196o), eine ansteigende Häufigkeit von ST-Senkungen gefunden. Allerdings traten in mehreren Fällen, die bei der Belastung am Wiener Determinationsgerät eine sichere Ischämiereaktion zeigten, bei der ergometrischen Belastung keine derartigen EKG-Veränderungen auf, obwohl bei letzterer Belastungsart eine wesentlich höhere Herzfrequenz erreicht wurde. Die Berücksichtigung aller dieser Erfahrungen führt zu der Vermutung, daß die Ischämie nicht nur frequenzabhängig auftritt und die verschiedenen Belastungsarten möglicherweise auf verschiedenen Wegen in den Herzmuskelstoffwechsel eingreifen. Jedenfalls ist zu erwarten, daß sich mit rein frequenzabhängigen Belastungstests, wie z.B. der elektrischen Vorhofstimulation, nur ein Teil der bei körperlicher und psychischer Belastung zu erwartenden EKG-Veränderungen erfassen läßt.

Eine engere Beziehung zwischen EKG-Veränderungen und Pulsfrequenzsteigerung ist allerdings bei den T-Wellenveränderungen insofern gegeben, als in den Teilgruppen mit höheren Pulsfrequenzanstiegen im psychovegetativen Belastungstest zunehmend die T-Wellenabflachungen gegenüber den T-Wellenerhöhungen überwogen, und zwar bei beiden Belastungsarten. Diese Zusammenhänge wurden in gleicher Weise von WEYHMANN u.Mitarbeiter (1974) sowie von BLUTTNER (1975) gefunden und von WEYHMANN (1977) in Anlehnung an HOLZMANN (1966) als "Ermüdungs-T" gedeutet. Dabei wurde die Vermutung geäußert, daß die Fälle mit T-Abflachung unter psychovegetativer Belastung diejenigen sind, die neben denen mit ST-Senkung und gehäufter Extrasystolie die größte Empfindlichkeit gegenüber der simulierten Stressbelastung aufweisen.

In Übereinstimmung mit den Erfahrungen von BLUTTNER (1975) fanden wir die T-Wellenveränderungen bei psychovegetativer Belastung viel häufiger als bei der Ergometrie, bei welcher die ST-Senkungen unter den EKG-Veränderungen überwogen. Dies entspricht der bekannten Tatsache, daß die T-Welle im EKG sehr empfindlich auf vegetative Reize reagiert. Trotzdem waren solche Veränderungen wiederum nicht am häufigsten in denjenigen Teilgruppen zu finden, die am Wiener Determinationsgerät mit höchsten Pulsfrequenzsteigerungen reagierten, was dafür spricht, daß die T-Wellenveränderungen auch unabhängig von der Herzfrequenz auftreten können. Es ist entsprechend bekannt, daß bei einer pharmakologischen Beeinflussung der T-Wellenhöhe, wie sie durch Beta-Blocker erzielt werden kann, keine parallelen Pulsfrequenzänderungen auftreten müssen (POLAK, 1974; SCHAUMANN u.Mitarb., 1976).

Schließlich verdient festgehalten zu werden, daß die Häufigkeit der T-Wellenveränderungen bei Koronarkranken und Nichtkoronarkranken keine wesentlichen Unterschiede aufweist, was darauf hinweist, daß der Spielraum der vegetativen Einflüsse auch bei manifester Koronarerkrankung erhalten bleibt, zumindest bei den zur Rehabilitation gelangenden Fällen.

e) Schlußfolgerungen

Die an dem hier dargestellten Befundmaterial erstmals gegebene Möglichkeit einer größeren Übersicht hat ergeben, daß im Durchschnitt der Patientgruppen zwar die psychovegetativen Reaktionen von Herz- und Kreislauf

in ihrer Ausprägung zugleich kennzeichend für die Reaktionsgröße gegenüber körperlicher Belastung sind, daß aber die dabei ausgelösten EKG-Veränderungen, insbesondere die ST-Senkungen und Extrasystolien, keineswegs in systematischer Abhängigkeit von der individuellen psychovegetativen Reagibilität stehen. Auch die in früheren Untersuchungsreihen herausgestellte Abhängigkeit der Stresstoleranz von der vegetativen Reaktionslage, wie sie mit dem Puls-Atem-Quotienten bestimmt werden kann, ist an unserem größeren Material weder bei Koronarkranken noch bei Nichtkoronarkranken mit Sicherheit nachweisbar. Auch wenn wir die teilweise bestehenden methodischen Unsicherheiten einer im Routinebetrieb der Kurklinik durchgeführten Untersuchungsreihe, insbesondere auch bei der Bestimmung des Puls-Atem-Quotienten, berücksichtigen, muß geschlossen werden, daß die individuelle Empfindlichkeit und speziell das kardiologische Risiko gegenüber Stressbelastungen nicht mit genügender Sicherheit aus anderen Untersuchungsergebnissen, insbesondere auch nicht aus der üblicherweise allein durchgeführten ergometrischen Belastung, vorhergesagt werden kann. Die psychovegetative Belastungsuntersuchung mit dem Wiener Determinationsgerät unter fortlaufender EKG-Kontrolle kann daher in einer kardiologischen Rehabilitationsklinik nicht entbehrt werden. Ob durch die Einführung einer psychovegetativen Belastung mit kontinuierlich steigender Belastungsgröße, wie sie von HÖLLEN (1977) entwickelt wurde, den individuell unterschiedlichen Voraussetzungen noch besser Rechnung getragen werden kann, müssen zukünftige Untersuchungen lehren.

V. Zusammenfassung

Insgesamt 5oo Patienten einer Kurklinik, von denen 328 an einer manifesten Koronarerkrankung litten, die anderen 172 nicht koronarkrank waren, wurden einer psychovegetativen Belastung am Wiener Determinationsgerät unterzogen, wobei durch eine Wahlreaktionsprüfung mit konstanter Signalfolgegeschwindigkeit Zeit- und Entscheidungsdruck simuliert wird. Zum Vergleich wurden alle Patienten einer stufenweise um jeweils 25 Watt gesteigerten ergometrischen Belastung unterzogen. In beiden Belastungstests wurden Pulsfrequenz, Atemfrequenz, Blutdruck, Produkt aus systolischem Blutdruck und Pulsfrequenz sowie die EKG-Veränderungen (ST-Strecke, T-Welle, Extrasystolie) kontrolliert. Außerdem wurden bei der psychovegetativen Belastung die Zahl der dargebotenen Signale, der richtigen zeitgerechten, der verspäteten und der falschen Antworten automatisch ausgedruckt.

Der maximale relative Anstieg der Pulsfrequenz bei der psychovegetativen Belastung zeigte beträchtliche individuelle Unterschiede, ohne dabei wesentlich von der Größe der Ruhepulsfrequenz abhängig zu sein. Bei Einteilung des Kollektivs in fünf Teilgruppen mit unterschiedlicher Größe der psychovegetativen Pulssteigerung ergab sich, daß die Größe der bei ergometrischer Belastung mit 1oo Watt gemessenen Pulssteigerung in etwa gleichem Umfange zunahm. Dabei bestand kein sicherer Unterschied zwischen Koronarkranken und Nichtkoronarkranken. Unterstellt man, daß die als Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit bewertete Pulsfrequenzsteigerung bei 1oo Watt Belastung bei Leistungsschwachen durch einen höheren Anteil "psychovegetativer Pulse überhöht wird, so wächst dieser Anteil nach Maßgabe der am Wiener Determinationsgerät gemessenen Pulsreaktionen in den genannten Teilgruppen um mehr als das Fünffache an, er erreichte in der gegenüber psychovegetativer Belastung empfindlichsten Gruppe mehr als 5o% der ergometrisch ausgelösten Pulssteigerung. Auch hierbei besteht zwischen Koronarkranken und Nichtkoronarkranken kein Unterschied.

Die Größe der systolischen Blutdruckreaktion nahm mit zunehmendem Pulsanstieg unter der psychovegetativen Belastung auffällig gering zu, während der Blutdruckanstieg bei 1oo Watt Ergometerbelastung im Durchschnitt sogar abnahm. Das Verhältnis zwischen psychovegetativer und ergometrischer Blutdrucksteigerung nahm entsprechend mit höherer psycho-

vegetativer Pulsfrequenzsteigerung zu. Es lag außerdem bei den Koronarkranken durchweg und signifikant höher als bei den Nichtkoronarkranken.

Die als Produkt aus Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck gemessene Herzbeanspruchung nahm im Durchschnitt mit steigender Empfindlichkeit der Patienten gegenüber der psychovegetativen Belastung, wie sie am Herzfrequenzanstieg gemessen wurde, im Vergleich zur ergometrischen Belastung bei der Belastung am Wiener Determinationsgerät überproportional zu. Dabei lagen die Anteile bei den Koronarkranken nur gering über denen der Nichtkoronarkranken.

An EKG-Veränderungen wiesen bei psychovegetativer Belastung 9,4% der Koronarkranken und 2,3% der nicht manifest Koronarkranken eine pathologische ST-Senkung auf, während solche unter ergometrischer Belastung mit 1oo Watt bei den Koronarkranken in 39,o% festgestellt wurden und bei 7,6% der Nichtkoronarkranken der Verdacht auf eine ST-Senkung geäußert werden mußte. Die Häufigkeit der ST-Senkungen zeigte aber bei beiden Belastungsarten keine systematische Beziehung zur Größe der Pulsfrequenzreaktion unter psychovegetativer Belastung, so daß eine dominierende Frequenzabhängigkeit dieser EKG-Veränderung nicht nachweisbar war.

Gehäufte Extrasystolen traten unter psychovegetativer Belastung bei Koronarkranken in 9,1%, bei Nichtkoronarkranken in 4,7% der Fälle auf. Unter ergometrischer Belastung waren Extrasystolen bei den Koronarkranken mit 11,3% kaum, bei den Nichtkoronarkranken mit 8,7% deutlich häufiger. Eine systematische Abhängigkeit von der Größe der Pulsfrequenzreaktion unter psychovegetativer Belastung bestand in keinem Falle.

T-Höhenveränderungen wurden unter psychovegetativer Belastung etwa 4-mal häufiger beobachtet als unter ergometrischer Belastung, bei Koronarkranken in 12,8% gegenüber 3,1%, bei Nichtkoronarkranken in 13,9% gegenüber 2,9% der Fälle, so daß wesentliche Häufigkeitsunterschiede zwischen den Koronar- und Nichtkoronarkranken nicht bestanden. Mit zunehmender Empfindlichkeit der Pulsreaktion gegenüber der psychovegetativen Belastung wurde bei beiden Diagnosegruppen ein Häufigkeitsanstieg von T-Abflachungen gegenüber den zunächst häufigeren T-Erhöhungen beobachtet.

Entgegen den bisherigen Befunden der Literatur bestand weder bei den Koronarkranken noch bei den Nichtkoronarkranken eine Beziehung zwischen dem Puls-Atem-Quotienten in Ruhe als Indikator der vegetativen Reaktionslage und den Veränderungen der vegetativen Parameter einschließlich der EKG-Veränderungen, und zwar sowohl unter psychovegetativer als auch unter ergometrischer Belastung.

Aus den Befunden wird geschlossen, daß die am Pulsanstieg meßbare individuelle Empfindlichkeit gegenüber psycho-vegetativer Belastung zwar in starkem Maße die Pulsfrequenzsteigerung und Herzbeanspruchung bei ergometrischer Belastung und damit die körperliche Leistungsfähigkeit mitbestimmt, daß aber außer der zunehmenden Häufigkeit von T-Abflachungen das Auftreten pathologischer EKG-Veränderungen weder von der Größe der psychovegetativen Pulsreaktion noch von der individuellen vegetativen Reaktionslage (Puls-Atem-Quotient) abhängig ist. Abgesehen von einer durchweg etwas stärkeren Blutdruckreagibilität der Koronarkranken bei psychovegetativer Belastung wurden im Verhalten gegenüber beiden Belastungsformen keine prinzipiellen Unterschiede zwischen Koronarkranken und Nichtkoronarkranken gefunden. Aufgrund dieser im Routinebetrieb einer Kurklinik gewonnenen Erfahrungen wird es für notwendig gehalten, die psychovegetative Empfindlichkeit (Stresstoleranz) eines Patienten durch eine speziell gezielte Belastungsuntersuchung zu prüfen, da sie weder durch ergometrische Belastungstests noch durch einfache Parameter der vegetativen Reaktionslage genügend sicher vorausgesagt werden kann.

Literaturverzeichnis

BLUTTNER, B.: Herz-, Kreislauf- und Atemreaktion während psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät in Abhängigkeit von der Vegetativen Ausgangslage. Med. Inaug. Diss. Marburg/Lahn (1975)

CHRISTIAN, P. u. HAHN, P.:Der Herzinfarkt in psychosomatischer und anthropologischer Sicht. Internist 13, 421-424 (1972)

CHRISTIAN, P. u. HAHN, P. u. NOSEEL, E.: Stress und Herzinfarrkt. Deutsch.Ärzteblatt 73, 877 - 88o (1976)

CLASING, D. u. R.v. SCHMIDT: Herzfrequenz und psychische Anspannung bei Volleyballschiesrichtern. Herz/Kreislauf 6, 451 - 466 (1974)

DAWBER, T.R.: Erfahrungen mit der Framingham-Studie. Herz/Kreislauf 8, 615 - 62o (1976)

GEIGY, A.G. (Hrsg.): Documenta Geigy. Wissenschaftliche Tabellen, 6.Auflage, Basel (196o)

GRAF, K.: Hyperkinetisches Herzsyndrom (Vasoregulatorische Asthenie) und Möglichkeiten therapeutischer Beeinflussung. Z.angew. Bäder- u.Klimaheilk. 16, 536 - 545 (1969)

HILDEBRANDT, G.: Die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atem. Z.angew. Bäder- und Klimaheilk. 7, 533 - 615 (196o)

HÖLLEN: Med. Inaugural-Dissertation, Marburg/Lahn, in Vorbereitung

HOLZMANN, M.: Klinische Elektrokardiographie. Stuttgart 1966

JUNGE-Hülsing, G.: Psychosozialer Stress und Herzinfarkt, in: BUCHWALSKY, R. (Hrsg.): Herzinfarktprävention und Rehabilitation. Mannheim (1975)

KLEBELSBERG, D.: Prüfung eines Analgeticums hinsichtlich der Fahrtüchtigkeit Z.f.Verkehrssicherheit 7, 2 (1961)

KLEBELSBERG, D.: Wiener Determinationsgerät. Diagnostica IV, Heft 4 (196o)

KLEBELSBERG, D.: Unterschiedliche Auswirkungen einer Blutalkoholkonzentration von 1.o Promille bei einzelnen psychischen Komponenten der Fahrtüchtigkeit. Z.f. Verkehrssicherheit 7, 2 (1961)

KOLTER, M., TABATZNIK, B., MOWER, M.u. TOMINGA, S.: Prognostic Significance of Ventricular Ectopic Beats with Respect to Sudden Death in the Late Posinfarct Period. Circulation 47, 959 - 966 (;973)

LONGOSCH, W.: Psychische Aspekte des Herzinfarkts. Sex.-Med. 2, 192 - 198 (1973)

MAIWALD, M., MAYER, H. u. RUSCHE, W.: Psychophysische Belastung am Wiener Determinationsgerät, in: MESA. Methoden und Modelle zur Erfassung des Stressverhaltens in Arbeitssystemen. Report 77.o3 (1977). Klinikum der Universität Heidelberg, Medizinische Klinik, Forschungsgruppe Stress.

PÖLLMANN, L. u. HILDEBRANDT, G.: Über die Frequenzkoordination von Herzschlag und Amtung während des Nachtschlafes in Abhängigkeit von der Tagesbelastung. Int. Z.angew. Physiolog. 28, 273 - 291

POLAK, F.: Ein Beitrag zur Diagnostik der durch Betablockade beeinflußten ST - T - Veränderungen im Elektrokardiogramm. Z. Kardiol. 63, 818 - 823 (1974)

RODSTEIN, M., WOLLOCK, L. u. GRUBNER, R.: Mortality Study of the Significance of Extrasystles in an Insured Population Circulation 44, 671 - 675 (1971)

ROSENMAN, R.H. u. FRIEDMAN: Neurogenic Factors in Pathogenesis of Coronary Heart Descase. Psychother. Psychosom. 16, 193 - 2o1 (1968)

ROTENFRANZ, J.: Arbeitsmedizinische Aspekte der Arbeit unter Zeitdruck. Betriebsärztliches, 2, 1 - 2o (1975)

SCHAUMANN, H.J., STEGARN, H., NEUSS, K., MORLANG, K. u.KOLLMEIER, W.: Zusammenhänge zwischen vermehrtem Sympathikotonus und Kammerendteilveränderungen im Steh-EKG von Kindern. Herz/Kreislauf 8, 644 - 648 (1976)

SCHETTLER, G. u.MÖRL, H.: Risikofaktoren der Atherosklerose in Beziehung zur Lebenserwartung heute und den Lebensaussichten morgen. Med. Welt 27, 22o1 - 22o5 (1976)

SCHMIDT, F.L.: Auswirkungen des psychovegetaiven Stress (Wiener Determinationsgerät) auf verschiedene Kreislaufparameter, in: BUCHWALSKY, R. (Hrsg.) Herzinfarkt-Rehabilitation, 2. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Rekonditionsmedizin 32 - 35 (1975)

STRANG, P.: Vergleichsuntersuchungen über die Beeinflussung der körperlichen Leistungsfähigkeit von Herzinfarktpatienten durch vorwiegend balneilogische und trainierende Kurbehandlung. Med. Inaug.-Diss. Marburg/Lahn (1977)

STRANG, P., ZIPP, H. u. HILDEBRANDT, G.: Vergleichende Untersuchungen über die Beeinflußbarkeit von körperlicher Leistungsfähigkeit und Blutdruck bei Herinfarktrekonvaleszenten durch passiv-balneologische und aktiv-trainierende Kurbehandlung (im Druck)

SMIRNOW, K.M.: Der Vorstartzustand und die Emotion. In: K.M. SMIRNOW (Hrsg.): Sortphysiologie. VEB-Verlag, Volk u. Gesundh. (1974), S. 3o3-316

STEIN, G. u. JUNGMANN, H.: Vergleichende Unterschungen über Einflüsse körperlicher und psychischer Belastung auf das EKG des Koronarkranken. Z. Kardiol. 65, 417 - 423 (1976)

TÄNZER, J.: Herz- und Kreislaufuntersuchungen bei Koronarkranken während dosierter psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät.
Med. Inaug.-Diss. Marburg/Lahn 1974.

TÄNZER, J., WEYHMANN, I., ZIPP, H. u. HILDEBRANDT, G.: Herz- und Kreislaufuntersuchungen bei Koronarkranken während dosierter psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät.
Herz/Kreisl. 6, 249 - 257 (1974)

WEYHMANN, I.: Kreislaufreaktionen und EKG-Veränderungen bei 49 Nichtkoronarkranken unter psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät.
Med. Inaug.-Diss. Marburg/Lahn 1977

WEYHMANN, I., ZIPP, H.u. HILDEBRANDT, G.: Kreislaufreaktionen und EKG-Veränderungen bei 49 Nichtkorornarkranken unter psychovegetativer Belastung am Wiener Determinationsgerät - mit einem Beitrag zur Standardisierung der Methodik.
Therapiewoche 24, 3741 - 3752 (1974)

VEDIN, A., WILHELMSSON, C., WELHELMSEN, L., BJURE, J., u.EKSTRÖM-JODAT,B.: Relation of Resting and Exercise Iduced Extopic Beats to Other Ischaemic Manifestations and to Coronary Risk Factores.
Amer. J. of Card., Vol. 3o, 25 - 31 (1972)

WHO-Herzinfarktprogramm, Med. Univ. Klinik Heidelberg, Herzrhythmusstudie. Anweisung Projekt oo9, Studie J 17.

WITZLEB, E.: Funktionen des Gefäßsystems, in: R.F. SCHMIDT u.G.THEWS (Hrsg.): Einführung in die Physiologie des Menschen. Springer-Verlag,Berlin, Heidelberg, New York 1976 , S. 387 - 45o.

ZIPP, H.: Psychovegetative Belastung von Herzinfarktpatienten durch das Wiener Determinationsgerät, in: BUCHWALSKY, R. (Hrsg.) Herzinfarktrehabilitation, Mannheim (1976)

Herrn Professor Dr. med. G. Hildebrandt gilt an dieser Stelle mein aufrichtiger Dank für die Ermöglichung dieser Untersuchungen durch die Überlassung des Themas und die Kritik bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Chefarzt Dr. med. H. Zipp danke ich für die Überlassung der Patientenblätter der Kurklinik Fürstenhof und besonders für seinen kollegialen klinischen Rat.

L e b e n s l a u f:

Am 8.2.1947 wurde ich als Tochter der Eheleute Mir Dowud Seyedi Moghadam und Aghdas Seyedi Moghadam, geb. Norusi in Teheran geboren.

Von 1953-59 besuchte ich die Volksschule, von 1959-65 ein Gymnasium, am dem ich im Jahre 1965 das Abitur machte.
Vom 2o. Oktober 1965 bis 21. Okt. 1966 besuchte ich in Mainz das staatliche Studienkolleg an der Johannes Gutenberg Universität und bestand am 27.1o.1966 die Prüfung zur Feststellung der Hochschulreife.

Im Sommersemester 1967 habe ich an der Johannes Gutenberg Universität Mainz mein Medizinstudium begonnen, das ich erfolgreich 1974 mit dem Staatsexamen an der gleichen Universität abgeschlossen habe.

Von August 1974 bis November 1974 war ich im Krankenhaus in Fritzlar, von Dezember 1974 bis März 1975 im Klinischen Sanatorium Westend, als Medizinalassistentin tätig.

Seit Juli 1975 arbeite ich in der Kurklinik Fürstenhof in Bad Wildungen.

Seit August 1971 bin ich mit dem Arzt Sirous Sadeghi-Naini verheiratet und habe 2 Kinder.

Meine akademischen Lehrer waren
die Herren Professoren und Dozenten:

Universität Mainz:
Baum, Bäßler, Berthold, Borneff, Bredt, Brusati, Denk, Diethelm, Eggers, Ehrenbrand, Erdmann, Fassbender, Friedberg, Fuhr, Gärtner, Gosepath, Habighorst, Hohn, Hohenfelder, Hufnagel, Kahl, Klages, Kley, Klein, Korting, Köttgen, Kößling, Kushinsky, Kümmerle, Lange, Leithof, Mayet, Martin, Mislin, Muscholl, Müller, Nagel, Nover, Peter, Prellwitz, Rathgen, Remmel, Rothe, Schäfer, Selenka, Schölmerlich, Schalz, Spitzbarth, Strauß, Thews, Watzka, Wolf, Wollert, Zahn.